



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

KLEYTON MICHELL NUNES DE SOUZA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE BIM EM INSTITUIÇÕES
FEDERAIS DE ENSINO**

Recife
2023

KLEYTON MICHELL NUNES DE SOUZA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE BIM EM INSTITUIÇÕES
FEDERAIS DE ENSINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.

Recife

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

S729m Souza, Kleyton Michell Nunes de.
Modelo de avaliação de maturidade BIM em instituições federais de ensino / Kleyton Michell Nunes de Souza. – 2023.
128 f.: il., fig., quad., tab.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2023.
Inclui referências, apêndice e anexos.

1. Engenharia civil. 2. BIM. 3. Maturidade. 4. Ensino. 5. Construção.
I. Palha, Rachel Perez (Orientadora). II. Título.

624 CDD (22. ed.)

UFPE
BCTG/2023-121

KLEYTON MICHELL NUNES DE SOUZA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE BIM EM INSTITUIÇÕES FEDERAIS
DE ENSINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Estruturas.

Aprovada em: 28/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rachel Perez Palha (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Analice França Lima Amorim (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Regina Coeli Ruschel (Examinadora Externa)
Universidade Estadual de Campinas

Profa. Dra. Cristiana Maria Sobral Griz (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho ao seu Elias do Gavião, que mesmo entendendo pouco o alfabeto, praticou em vida ensino mais sagrado que toda ciência: o saber amar.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela infinita graça.

À minha linda, Jaily Xavier, pelo amor e braço forte em todas as horas.

Ao meu filho, Levi, por me fazer conhecer um amor perfeito e inimaginável.

Aos meus pais, José Nunes e Maria Nazaré, meus maiores exemplos de vida.

À minhas irmãs, Keyla e Keylane, amigas e companheiras para sempre.

À professora Rachel Perez, pelos ensinamentos, paciência e dedicação.

Ao IFSertãoPE.

A UFPE.

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) reforça a competitividade e eficiência dos seus usuários. Seus benefícios e tendência mundial levaram o governo brasileiro a regulamentar sua implantação para a administração pública federal, incluindo as instituições federais de ensino e, portanto, devem se adequar e implementar o BIM. Assim, um diagnóstico de como o uso do BIM se encontra na instituição se faz necessário para acertar quais, como e onde concentrar esforços de forma estratégica e eficiente e, neste sentido, os modelos de maturidade BIM se apresentam como solução para diagnosticar e desenvolver um planejamento institucional. Entretanto, os modelos encontrados na literatura não conseguem avaliar holisticamente as instituições de ensino que além de desenvolver formação acadêmica, também são responsáveis pelo desenvolvimento de seus próprios projetos, acumulando por vezes atividades análogas a escritórios de projeto, fiscalização e manutenção de edificações. Este estudo foi desenvolvido utilizando uma abordagem *Design Thinking*, que a partir da observação e imersão no problema do ponto de vista do usuário permite a criação de um protótipo de forma iterativa, com o objetivo de apresentar uma ferramenta capaz de aferir a maturidade BIM destes tipos de instituições de ensino considerando todas suas dimensões de desenvolvimento BIM, contribuindo para a implantação BIM e aperfeiçoamento da avaliação de seu grau de maturidade BIM. O modelo foi aplicado nas instituições de ensino UFPE, que alcançou nível de maturidade Gerenciado, e IFSertãoPE, que atingiu o nível de maturidade Inicial, segundo avaliações realizadas, que para serviram também para validação do modelo desenvolvido, demonstrando-se uma ferramenta prática e com benefícios para o desenvolvimento estratégico da implantação do BIM.

Palavras-chave: BIM; maturidade; ensino; construção.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) strengthens the competitiveness and efficiency of users. Owing to its benefits and following international tendencies, the Brazilian government has regulated the implementation of BIM in the federal public administration, including federal education institutions. Therefore, an evaluation of the level of BIM use in institutions is necessary to optimize the distribution of implementation efforts; in this regard, BIM maturity models are a viable solution to elaborate an institutional planning on BIM implementation. However, the models found in the literature do not holistically evaluate teaching institutions, which are responsible for the academic formation as well as development of internal projects; such activities are often similar to those of companies that focus on projects, monitoring, and building maintenance. The present study was conducted based on a design thinking approach, which from observation and immersion in the problem from the user's point of view allows the creation of a prototype in an iterative way, and aimed to develop a tool to measure BIM maturity in teaching institutions, contributing to BIM implementation and improvement of BIM maturity evaluation. The model was applied in the UFPE, which reached the Managed maturity level, and IFSertãoPE, which reached the Initial maturity level, according to estimates made, this application enabled the validation and the results indicated it is a practical and advantageous tool for the strategic development of BIM implementation.

Keywords: BIM; maturity; teaching; construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Fundamentos do processo de interação do <i>Design Thinking</i>	37
Figura 2 –	Divisão dos grupos usuários do BIM dentro das IFES.....	43
Figura 3 –	Distribuição dos cursos AEC nas IFES brasileiras.....	51
Figura 4 –	Esquema da integração do nível de maturidade BIM proposto.....	53
Figura 5 –	Recorte exemplificativo da matriz de maturidade desenvolvida.....	66
Figura 6 –	Gráfico da maturidade por área BIM na UFPE.	71
Figura 7 –	Gráfico da Maturidade BIM por grupo na UFPE.	72
Figura 8 –	Gráfico da maturidade BIM na UFPE.	72
Figura 9 –	Gráfico da maturidade por área BIM no IFSertãoPE.	76
Figura 10 –	Gráfico da Maturidade BIM por grupo no IFSertãoPE.	77
Figura 11 –	Gráfico da maturidade BIM no IFSertãoPE.	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Aplicabilidade do modelo em cada área institucional.....	45
Quadro 2 –	Objetivos específicos da Estratégia BIM BR.....	47
Quadro 3 –	Áreas de maturidade BIM nos modelos de referência	53
Quadro 4 –	Áreas de maturidade BIM proposta	54
Quadro 5 –	Descrições dos critérios do modelo de maturidade proposto.....	55
Quadro 6 –	Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Estratégia.....	56
Quadro 7 –	Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Uso BIM	56
Quadro 8 –	Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Processos	59
Quadro 9 –	Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Infraestrutura.....	59
Quadro 10 –	Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Pessoal.	61
Quadro 11 –	Base de dados utilizada para avaliação das instituições em cada critério	64
Quadro 12 –	Correspondência do Nível de Maturidade e pontuação.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Resumo das áreas de avaliação dos modelos de maturidade BIM.....	31
Tabela 2 –	Resumo dos níveis de avaliação dos modelos de maturidade BIM.	32
Tabela 3 –	Número de artigos encontrados por campo pesquisado.	43
Tabela 4 –	Detalhamento das respostas recebidas.	68
Tabela 5 –	Resumo da Maturidade BIM da UFPE em cada área.	69
Tabela 6 –	Resultados da maturidade BIM da UFPE.	69
Tabela 7 –	Detalhamento das respostas recebidas.	73
Tabela 8 –	Resumo da Maturidade BIM no IFSertãoPE em cada área.	74
Tabela 9 –	Resultados da Maturidade BIM no IFSertãoPE.	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO	19
1.2	JUSTIFICATIVA	20
1.3	OBJETO DE ESTUDO	21
1.4	OBJETIVOS	21
1.4.1	Objetivo Geral	21
1.4.2	Objetivos Específicos	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	<i>BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</i>	23
2.2	IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	24
2.3	MODELOS DE MATURIDADE BIM	26
2.4	BIM e IFES	33
2.5	ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA	34
3	METODOLOGIA	36
3.1	<i>DESIGN THINKING</i>	36
3.2	EMPATIA	37
3.3	DEFINIÇÃO	38
3.4	IDEAÇÃO	39
3.5	PROTOTIPAÇÃO	39
3.6	TESTE	40
4	RESULTADOS	42
4.1	LEVANTAMENTO DE DADOS	42
4.1.1	Revisão da Literatura	42
4.1.2	Contextos institucionais	46
4.1.3	Abrangência do modelo	50
4.2.	O MODELO DE MATURIDADE BIM GLOBAL PARA IFES	52
4.3	AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DAS INSTITUIÇÕES	67
4.3.1	Universidade Federal de Pernambuco	68
4.3.2	Instituto Federal do Sertão Pernambucano	73
4.4	AVALIAÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE	78
5	CONCLUSÃO	80
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82

REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO GESTÃO	90
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO EQUIPE.....	96
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO ACADEMIA	104
APÊNDICE D – MATRIZ DE MATURIDADE	110
APÊNDICE E – CÁLCULO DO NÍVEL DE MATURIDADE.....	115
APÊNDICE F – LISTA DAS IFES COM CURSO AEC.....	122
ANEXO A – ORGANOGRAMA SINFRA UFPE	127
ANEXO B – ORGANOGRAMA DEINF - IFSERTÃOPE	128

1 INTRODUÇÃO

O mundo recente da construção civil tem, cada vez mais, concentrado esforços na busca pelo aprimoramento das etapas de planejamento e projeto, buscando uma operação mais eficiente e, com isso, tem tornado o BIM (*Building Information Modeling*) um dos temas preferidos de estudo na área da construção (WU et al., 2022).

O BIM pode ser definido como o processo que envolve a criação e gerenciamento de modelos digitais de projeto, construção e operação de um empreendimento, tendo como resultado a representação digital das características físicas e funcionais do que se deseja construir e operar. O BIM pode ser usado em diversas áreas de projetos de construção, incluindo projetos comerciais, residenciais, industriais e de infraestrutura, permanecendo ainda muito importante durante a fase de manutenção e operação. O BIM é essencial para melhorar a qualidade das execuções dos projetos e planejamento em engenharia, pois permite melhor colaboração, coordenação e comunicação entre as partes interessadas. (SACKS *et al.*, 2018; SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2013; LAUBMEYER *et al.*, 2009, GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017)

A expansão da aplicação do BIM é expressiva, Sacks *et al.* (2018) mostram que em 2007 apenas 28% do setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) dos Estados Unidos estava utilizando o BIM, em 2012 este número subiu para 71%. Os autores afirmam ainda que este crescimento não se limita aos Estados Unidos, mas se apresenta como uma tendência global. O levantamento realizado pelo BIM Fórum Brasil (BFB, 2022) aponta que, dos profissionais que tem atualmente experiência em BIM, 10,2% iniciaram suas atividades antes de 2010, 26,1% entre 2011 e 2016 e 63,7 a partir de 2017, ou seja, o número de profissionais que implantou o BIM nos últimos anos é cada vez maior.

Celani (2020) afirma que na construção civil, o BIM é uma área que tem significativo avanço nos últimos anos na América Latina. Segundo sua pesquisa, isso muito se deve às leis BIM que estão sendo criadas para tornar o uso de software BIM obrigatório em países como Brasil, Argentina, Chile e Colômbia. Gurevich e Sacks (2020) afirmam que uma regra governamental tem grande influência, em termos de motivação e suporte prático, na implementação do BIM nas organizações.

No Brasil, a partir do Decreto Federal nº 9.377, de 17 de maio de 2018, seguido pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 e pelo Decreto nº 10.306,

de 2 de abril de 2020, o governo federal implementou a Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM, conhecida como Estratégia BIM BR. Sua finalidade é promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no Brasil (BRASIL, 2018, 2019, 2020). Por meio da difusão do BIM, busca-se experimentar os benefícios já conhecidos da implantação do BIM, agora em escala nacional e nos setores públicos e privados (ABDI, 2019).

A partir de janeiro de 2021 a implementação do BIM se tornou obrigatória em alguns tipos e etapas de projetos públicos. De acordo com o Decreto 10.306, de 2 de abril de 2020, até 2028 todas as obras públicas deverão avaliar a aplicação do BIM em construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, além dos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão (BRASIL, 2018, 2019, 2020).

Órgãos públicos nacionais como o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) e Ministério da Defesa já iniciaram a implantação BIM. O Ministério da Infraestrutura (MInfra), por exemplo, publicou a instrução normativa que trata da definição de critérios que tornarão obrigatória a utilização do BIM em obras de aeroportos regionais. (BRASIL, 2022, 2023a, 2023b).

O BIM envolve a criação e manutenção de uma representação digital integral das informações de construção para todo o ciclo de vida de um projeto, na forma de banco de dados geométricos e não geométricos (GU; LONDON, 2010). Então, esta abordagem emergente envolve os aspectos funcionais, documentais, técnicos, organizacionais e legais de uma construção (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014).

No início, a metodologia BIM esbarrou na limitação dos equipamentos, pois sua aplicação exige *hardwares* com robustez suficientemente capazes de introduzir *softwares* que atendam aos preceitos BIM. Com o avanço tecnológico, os desafios na implementação do BIM mudaram e passaram a acontecer em dois principais aspectos: 1) na gestão dos processos de trabalho diários; e 2) em atingir a melhoria contínua (LIU; LIU, 2014).

A implantação da metodologia BIM apresenta ganhos que vão desde a etapa de concepção do projeto até as etapas finais da obra e de sua própria operação e manutenção, se fazendo presente durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

O BIM apresenta como uma de suas principais vantagens a compilação das informações sobre a obra em uma única plataforma (MACHADO; VILELA, 2020).

Li *et al.* (2014) afirmam que o BIM auxilia as fases de projeto e construção por envolver várias partes envolvidas, como os construtores, arquitetos e engenheiros das diversas disciplinas, simulando automaticamente as informações do cronograma físico-financeiro, por exemplo. Segundo os autores, o BIM também é importante na revisão e verificação de erros do projeto, especificações de materiais e gestão.

Olawumi e Chan (2018) destacam que sua aplicação é capaz de melhorar a qualidade e eficiência geral do projeto, além de melhorar a capacidade de simular o desempenho do edifício e o uso de energia, facilitando a escolha de melhores produtos e *design* com ganhos inclusive na sustentabilidade.

As vantagens da aplicação do BIM já estão consolidadas no meio acadêmico e profissional, o desafio hoje é ainda sua implantação com sucesso, pois, mesmo diante de todo avanço, os níveis de experiência prática em BIM são extremamente variados quando se comparam diferentes países, áreas de aplicação ou usuários, pois mesmo dentro de uma mesma organização estes usuários não apresentam o mesmo nível de habilidade com o BIM (OLATUNJI, 2011). O diagnóstico do BIM Fórum Brasil (BFB, 2022) aponta que os profissionais do setor estão interessados sobre os assuntos vinculados à transformação digital e compreendem a importância atual e futura dos processos BIM, e dentre os benefícios que esses profissionais apontam terem percebido com a aplicação do BIM estão a redução de retrabalho, dos conflitos durante a construção, de erros ou omissões nas documentações de trabalho e no tempo de validação e aprovação dos projetos, também descrevem a melhoria da qualidade dos entregáveis, da previsibilidade dos custos, da colaboração dos proprietários e equipe e uma maior eficiência na gestão dos insumos e ativos.

Embora possa ser descrita uma lista de benefícios na aplicação do BIM, todos estes potenciais ganhos dependem de alguns fatores como, tamanho do projeto, proficiência BIM dos projetistas, comunicação da equipe do projeto e fatores externos organizacionais, sendo, portanto, diretamente dependentes do tipo de projeto e da instituição que o aplica (BARLISH; SULLIVAN, 2012). Almutaser, Sanni-Anibire e Hassanain (2018) corroboram e afirmam que a solução é rodeada de desafios e caminhos que dependem do tipo de instituição, da forma que ela funciona e dos atores envolvidos. Assim, é fundamental que sua aplicação possa ser aferida

em todas as perspectivas do contratante, do projetista e do proprietário (BARLISH; SULLIVAN, 2012).

O processo de implantação do BIM, para ser realizado de forma adequada, deve obter uma adesão madura por todos os usuários do BIM de uma organização e isto dependerá da definição de um plano de implantação BIM, que deve definir os passos de uma adesão que contemple os aspectos tecnológicos, o desenvolvimento pessoal de forma institucionalizada, a padronização dos processos de revisão e aprovação de projetos, bem como as configurações de sistemas e bibliotecas, seguimento da legislação vigente e uma contínua atualização para a inovação dos processos. (HARON; RAJA SOH; HARUN, 2017; ISMAIL, 2020; MIETTINEN; PAAVOLA, 2014).

Na área de tecnologia, a organização que busca uma implementação BIM de forma adequada deve disponibilizar ferramentas, equipamentos, redes, espaços físicos e as ferramentas necessárias para atingir este objetivo. Na área de processos, deve-se buscar por definir e promover novas formas de melhorar continuamente as práticas tradicionais por meio de padrões, bibliotecas referenciadas e fazer uso de recursos compartilhados. No aspecto pessoal, existe a necessidade de identificar e promover o uso de competências no trabalho BIM, de forma a utilizar eficazmente toda a tecnologia disponível, estimulando a evolução do conhecimento na prática do BIM (ISMAIL, 2020; MALIK *et al.*, 2021).

Mesmo depois de implantar o BIM, as organizações precisam avaliar a eficácia de suas implementações para medir o desempenho de suas utilizações de BIM e permitir melhorias contínuas (YILMAZ; AKCAMETE; DEMIRORS, 2019). Compreende-se, então, que a mera decisão de implantar o BIM não é suficiente para garantir um efeito de sucesso duradouro dentro de uma instituição, assim, as ações de adoção devem ser totalmente apoiadas por um esforço de liderança coordenado e contínuo (GUREVICH; SACKS, 2020). Pois, sem métricas e avaliações os atores são incapazes de aferir consistentemente os acertos ou erros e conhecer os pontos fortes ou fracos, sendo também ineficazes em suas aquisições (JOBLOT *et al.*, 2019).

Portanto, a missão de otimizar as atividades de gestão de construção em uma organização vai além da implantação pura das ferramentas BIM, já que dependem diretamente da equipe e da gestão organizacional. Então, para traçar o melhor caminho e encarar os desafios de otimizar a implantação BIM, os interessados

devem antes de tudo conhecer as condições em que a organização se encontra naquele exato momento, fazendo deste estudo um diagnóstico inicial para tomada de decisões (ALMUNTASER; SANI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018). Este diagnóstico pode ser realizado por meio de uma avaliação de maturidade, que pode ser entendida como a medida que uma organização gerencia o tempo, o custo, o desempenho e os riscos de um projeto (KERZNER, 2014).

Já a maturidade BIM pode ser definida como “a qualidade, repetibilidade e grau de excelência dentro de uma capacidade BIM” (SUCCAR, 2009). Os modelos de maturidade BIM apresentam características de: 1) avaliar a capacidade de uma organização em lidar com ferramentas BIM e entregar produtos baseados em BIM; 2) quantificar a capacidade de uma organização em fornecer diretrizes e procedimentos padronizados aos seus membros, de forma que o resultado BIM seja alcançado (SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2013).

Assim, os Modelos de Maturidade BIM se apresentam como ferramenta eficaz (JOBLOT et al., 2019) na implantação e desenvolvimento BIM em uma instituição. Ao longo das últimas décadas, estes modelos foram desenvolvidos e aprimorados (MORETTI; GIANA, 2018) com a função de avaliar o desempenho e aferir o nível de coerência entre as tecnologias BIM e os processos das organizações (ABDIRAD, 2017).

O acompanhamento da maturidade BIM é importante por possibilitar uma avaliação quantitativa e qualitativa, pelas partes interessadas no projeto, em forma de relatórios, a fim de comparar seus resultados e acompanhar suas metas. Sem a definição de metas e avaliações contínuas, os usuários BIM são incapazes de entender quais são seus pontos fortes e fracos, tornando-se ineficazes nas suas atuações (COOK; JENKINS, 2016; SUCCAR, 2010; WU et al., 2017). O uso desta ferramenta ajuda a identificar os desafios de implementação do BIM e traçar estratégias de melhoria, que vão desde saber onde implementar esforços de investimento necessários para desenvolver pessoal, sistemas ou processos até definir as equipes de projeto de forma mais qualificada (KASSEM; LI, 2020).

Dadashi Haji *et al.* (2021) afirmam que o aumento da maturidade BIM de uma organização tem um efeito significativo em benefícios BIM, como o aumento do nível de segurança de um projeto, a melhora da integração do cronograma do projeto, redução de alterações na fase de construção, melhora da coordenação e

contribuição entre diferentes partes de projetos e redução de conflitos e retrabalhos baseados em tempo.

Ao longo dos anos, vários modelos de maturidade BIM foram desenvolvidos e aprimorados. É certo que as ferramentas desenvolvidas auxiliam na análise de maturidade das organizações, entretanto os modelos desenvolvidos se limitam na especificidade do usuário alvo da avaliação, possibilitando um resultado pertinente apenas para aquele tipo de instituição, equipe ou projeto. O foco é quase sempre um tipo específico de usuário, apresentando vantagens e desvantagens em cada aplicação (MORETTI; GIANA, 2018).

No Brasil, foi implantado um mandato BIM com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no Brasil (BRASIL, 2018, 2019, 2020), a fim de experimentar os benefícios já conhecidos da implantação do BIM em escala nacional e nos setores públicos e privados (ABDI, 2019). Este mandato atinge o setor público e, conseqüentemente, as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Isto acontece porque neste ambiente existem diferentes agentes usuários do BIM, uma vez que além da formação de profissionais de AEC, objetivo principal destas instituições, por meio de ensino, pesquisa e extensão, elas têm a atribuição de planejar, projetar, executar e/ou fiscalizar suas obras e gerir a operação e manutenções de seus edifícios, por serem dotadas de autonomia administrativa, financeira, patrimonial, didático-pedagógica e disciplinar, conforme legislação federal (BRASIL, 1946, 2008).

Os órgãos brasileiros que iniciaram a implantação do BIM, como o DNIT e a Secretaria de Aviação Civil (SAC), realizaram diagnósticos de maturidade BIM e baseiam suas estratégias de implantação de acordo com estes resultados. De acordo com o diagnóstico da SAC, o órgão se encontra processo de implantação de BIM em nível avançado, contando com uma equipe técnica motivada e competente, o relatório apresenta ainda que a maior parte de suas dificuldades decorre de fatores externos, como a falta de capacitação BIM de Estados e Municípios (RECEPETI, 2020).

Já o DNIT apresenta os resultados de forma gráfica em plataforma digital e permite o filtro dos resultados de acordo com região e/ou cargo e função, além disso apresenta os dados gerais e para quatro áreas específicas do BIM: Tecnologia, Processos, Políticas e Estágio da Colaboração (BRASIL, 2023a).

Dentre os modelos de maturidade BIM encontrados na literatura, nenhum deles, se usado de forma isolada, permite a avaliação das IFES de maneira abrangente, pois se concentram em avaliar apenas uma das atribuições destas organizações e não todas em uma única análise. Por exemplo, alguns modelos focam na avaliação da maturidade BIM dos projetos, como os modelos desenvolvidos pelo *NIMBS COMMITTEE* (2007) e na Indiana *Indiana University Architect's Office* (2009), outros aferem a maturidade BIM das empresas de projeto, avaliando, além da equipe de projeto, sua gestão e os processos BIM, como os modelos apresentados por Succar (2009) e Sebastian e Van Berlo (2010). Há ainda o modelo proposto para avaliar a maturidade BIM de Instituições de Ensino, apresentado por Böes, Barros Neto e Lima (2021), entretanto, o foco da avaliação é apenas o setor acadêmico da instituição.

Entendendo, portanto, que as IFES são compostas por diversos setores responsáveis por diferentes atribuições BIM e que a maturidade BIM deve ser avaliada de maneira global dentro de uma organização, de forma que apresente um resultado representativo do seu *status* BIM, e conhecendo os modelos de maturidade apresentados na literatura, observa-se a ausência de um modelo de maturidade único capaz de avaliar estas instituições em todos os seus aspectos de uso BIM.

Desse modo, o intuito deste trabalho foi desenvolver um modelo capaz de aferir o nível de maturidade BIM destas instituições multifacetadas numa visão holística, com uma proposta baseada nos modelos de maturidade BIM existentes para avaliar todas as suas características típicas, por meio de uma abordagem *Design Thinking*.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Entendendo que a implantação do BIM nas IFES é fundamental e indispensável para impulsionar o desenvolvimento das atividades de engenharia, construção e arquitetura, e compreendendo que esta implantação depende de um diagnóstico da realidade BIM institucional, busca-se responder: como mensurar de forma abrangente e representativa o nível de maturidade das Instituições Federais de Ensino Superior brasileiras?

1.2 JUSTIFICATIVA

O BIM é essencial para o andamento eficiente na gestão das construções, elevando a qualidade das obras e aumentando a previsibilidade de erros e falhas, apresentando potenciais ganhos até a operação de uma edificação. Para além dos seus benefícios, seguindo as tendências mundiais, até 2028 será obrigatório o uso do BIM em boa parte das obras públicas brasileiras, tornando a temática indispensável de ser discutida pelos órgãos públicos nacionais.

Somados os benefícios e obrigações, o avanço da tecnologia inevitavelmente nos levará a um caminho da implementação do BIM e, para isso, esta fase deve ser planejada de forma estratégica, buscando uma gestão de melhoria contínua, que aprimore as forças e oportunidades e reduza as fraquezas e ameaças.

Para apontar o caminho eficiente da implantação do BIM, faz-se necessário diagnosticar o nível atual de maturidade BIM. As Instituições Federais de Ensino Superior, responsáveis pela formação dos seus alunos e, por vezes, pela gestão, execução e operação das obras e do seu patrimônio, precisam entender onde estão e onde concentrar esforços em um caminho eficiente que leve à maturidade BIM.

Entretanto, as ferramentas encontradas na literatura apresentam soluções isoladas para cada uma das atribuições destas IFES, exigindo do interessado pelo diagnóstico a aplicação de mais de uma avaliação por meio de diferentes modelos e métricas variadas, dificultando a interpretação dos resultados e a comparação entre os setores da mesma instituição.

Assim, este trabalho propõe uma ferramenta que retorna a maturidade BIM na IFES por meio de uma avaliação única, compreendendo que o impulso conjunto da instituição de forma equilibrada, isto é, em todos os seus setores que operam BIM, contribuirá com um avanço mais eficiente na implantação e evolução do BIM.

Pois, na prática, uma gestão que opera dentro de um bom planejamento BIM contribuirá com as necessidades técnicas, tecnológicas, pessoais e estratégicas da equipe de projetos. Ao tempo que um setor acadêmico com maturidade avançada, poderá, em conjunto com a equipe de projetos, desenvolver ferramentas de estratégia BIM para a gestão. Ainda é possível exemplificar que, na instituição em que a academia tem alto nível de maturidade BIM, poderão ser ofertados à equipe de projetos, fiscalização e manutenção estagiários com habilidades BIM bem

desenvolvidas e os pesquisadores da poderão ampliar o campo de investigação, tendo mais autoridade na pesquisa junto a gestão institucional.

Além disso, a proposta de modelo de maturidade BIM para instituições de ensino se adequa não apenas às IFES, mas pode servir para avaliar outras instituições de ensino que, dentro da formação administrativa e acadêmica, sejam similares, como fundações, autarquias, centros e escolas de outras esferas públicas ou privadas. Pois, como dito, conhecer as fraquezas permitirá uma visão competente sobre onde oferecer as estratégias de avanço de forma harmônica, equilibrada e sustentável.

Portanto, propor uma ferramenta de aferição da maturidade BIM capaz de apresentar uma métrica que observe as atividades BIM das IFES de forma abrangente se justifica e é o foco desta pesquisa.

1.3 OBJETO DE ESTUDO

A pesquisa se concentra em montar uma matriz e apresentar um modelo que retorna o nível de maturidade BIM de uma IFES, baseado em modelos existentes na literatura. Além do desenvolvimento do modelo, o diagnóstico das maturidades BIM da Universidade Federal de Pernambuco e do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, são também parte do objeto de estudo, contribuindo ainda com a validação do modelo proposto.

1.4 OBJETIVOS

Neste item, apresentam-se os objetivos da pesquisa, que estão organizados em geral e específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

A presente pesquisa tem como objetivo geral propor um modelo de maturidade BIM para Instituições Federais de Ensino Superior e aplicá-lo nas instituições de ensino UFPE e IFSertãoPE.

1.4.2 Objetivos Específicos

Especificamente, os objetivos desta pesquisa são:

- a) Levantar na literatura os modelos de maturidade BIM existentes;

- b) Estudar as metodologias de avaliação e aplicação dos modelos de maturidade BIM encontrados na literatura;
- c) Comparar os modelos quanto à sua adequação na avaliação das IFES;
- d) Propor um modelo de maturidade BIM para IFES, que considere todas as suas atribuições BIM, com base nos modelos encontrados;
- e) Aplicar o modelo nas instituições de ensino UFPE e IFSertãoPE para avaliação da maturidade em BIM e validação inicial da ferramenta desenvolvida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os principais conceitos, definições e bases de estudo relacionados ao BIM e sua implementação, a maturidade BIM e ao contexto institucional a que irá se aplicar este estudo a fim de promover a fundamentação teórica desta dissertação.

2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

A definição do BIM pode ser apresentada como um produto da Tecnologia da Informação (TI) capaz de modelar as características físicas e funcionais de uma instalação associado a um conjunto de processos de gestão para o compartilhamento de conhecimento, que servirá como fonte de informações confiável para tomada de decisões em um ambiente inovador durante todo o ciclo de vida da edificação (GANAH; JOHN, 2015; SACKS et al., 2018; SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2013).

Para Succar (2009), o BIM se apresenta em três campos que são interligados: a tecnologia, o processo e a política. A tecnologia é representada por atores que desenvolvem e operam os *hardwares*, *softwares* e os equipamentos de rede necessários para a aplicação do BIM. O processo BIM é a ordem específica das atividades de trabalho ao longo do tempo e espaço, com estrutura de ação e início e fim bem definidos. Já as políticas BIM são criadas pelo conjunto de regras e normas formalizadas para orientar a tomada de decisões.

O uso do BIM deve ser acompanhado de mudanças significativas no fluxo e na cultura do trabalho de uma organização e de suas equipes, pois está baseada na modificação de processos e na transformação do modelo tradicional com que os produtos são desenvolvidos, passando de um projeto de visão individual para uma visão colaborativa (ABDI, 2019; LAUBMEYER et al., 2009).

A colaboração durante a fase de projeto que o BIM, além de ganho de eficiência, apresenta vantagens econômicas aos seus usuários e contratantes, pois permite que diferentes tipos de *design* possam ser testados e comparados entre si antes mesmo de sua construção (GHAFFARIANHOSEINI et al., 2017).

Dentre as vantagens que o BIM apresenta, o ganho na produtividade e a redução do retrabalho se destacam, pois os processos se tornam mais ágeis, acessíveis, precisos e são definidos de forma clara, pois promove a definição dos

processos, compartilhamentos de informações, visualização tridimensional automatizada dos modelos, permitindo a verificação de conflitos, e obtenção automática de quantitativos (BARLISH; SULLIVAN, 2012; GUREVICH; SACKS; SHRESTHA, 2017).

O BIM possibilita ainda a realização de análises de desempenho da edificação, com o cálculo do gasto energético e de luminosidade, avaliações do conforto térmico e acústico durante a fase de projeto para o período de operação da obra, permitindo ajustes necessários para adequação ao orçamento e metas financeiras que se deseja atingir (BYNUM; ISSA; OLBINA, 2013; LU et al., 2017; RYU; PARK, 2016).

2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

O uso do BIM tem avançado nos últimos anos e o Brasil segue esta tendência, porém, além de ainda ter um movimento de pouco planejamento por parte das organizações, os atores que estão fazendo sua implementação buscam caminhos que explorem mais os investimentos em tecnologias e pessoas, deixando o processo um pouco de lado, podendo tornar o procedimento com baixa eficiência, atingindo um investimento acima do necessário para alcançar, talvez, os mesmos benefícios com menores investimentos (GRANTTHORNTON; SIENGE; ABDI, 2022).

Para avançar na implantação do BIM de maneira adequada, é necessário sistematizar o processo de implantação com os passos que alcancem uma adesão madura dos atores BIM, isto é, implementação tecnológica assertiva, treinamento de pessoal de modo institucionalizado, criação e definição dos processos e padrões de revisão e aprovação dos projetos, configuração do sistema de bibliotecas e modelos, adaptação à legislação vigente e atualização contínua dos processos de inovação (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018; HARON; RAJA SOH; HARUN, 2017; ISMAIL, 2020; MIETTINEN; PAAVOLA, 2014).

Na tecnologia, uma instituição que deseja avançar no uso do BIM deve prover uma infraestrutura adaptada para a operação, tornando prioridade a aquisição e manutenção de equipamentos, espaços, sistemas e tecnologias suficientemente capazes de alcançar os objetivos BIM. Na área de processos, a instituição deve buscar meios de especificar e promover novas soluções para atualização contínua dos processos tradicionais, por meio de padrões, bibliotecas referenciadas e

recursos compartilhados. No campo das pessoas, a alta administração deverá envolver e promover a evolução de conhecimento dos atores BIM, a fim de utilizar de forma eficaz toda a tecnologia adquirida e implantada.

No intuito de aprimorar o caminho para a implantação do BIM, Malik *et al.* (2021) elencaram 33 fatores críticos de sucesso para a implementação dentro de uma organização, dentre eles estão a capacitação dos funcionários, a vontade de mudança, o nível de conscientização dos benefícios do BIM, o envolvimento da alta administração, a estrutura organizacional, iniciativas de apoio do governo e o tamanho da organização.

Por outro lado, o estudo de Leśniak, Górka e Skrzypczak (2021) que investigaram as barreiras enfrentadas para uma boa implementação do BIM, apresentam problemas diretamente antagônicos aos fatores de sucesso destacados por Malik *et al.* (2021), como: baixo nível de conhecimento sobre o BIM, baixo nível do conhecimento dos benefícios do BIM, falta de vontade de melhorar, falta de comprometimento da alta administração, ausência de regulação legal que favoreça o BIM, dentre outros.

Outro ponto importante a ser anotado, é que o avanço do BIM dentro da instituição deve ocorrer de forma harmônica, ou seja, observando o equilíbrio entre os pilares tecnologia, processos e pessoas, evitando evoluir muito em um aspecto enquanto outro esteja com dificuldades de avanço, pois haveria um desperdício de recurso onde se avança enquanto há um gargalo no nível do produto final (GRANTTHORNTON; SIENGE; ABDI, 2022).

No processo de mitigar as barreiras e aumentar a probabilidade de sucesso da implementação do BIM, Sacks *et al.* (2018b) recomendam a criação de um plano de desenvolvimento fundamentado nos objetivos estratégicos da instituição, definindo as metas a serem alcançadas e selecionando de forma adequada o pessoal para liderar a adoção do BIM. Além disso, destacam que, sem medir não tem como gerenciar, e por este motivo devem ser criados meios de monitorar as atividades BIM desenvolvidas na instituição por meio de medidas quantitativas e qualitativas.

Medidas para avaliação do nível de maturidade BIM de um projeto podem ser obtidas, por exemplo, com a observação do nível de detalhamento do projeto entregue, a quantidade de falhas e retrabalhos gerados durante um processo de criação, a satisfação do usuário da edificação, nível de capacitação dos

funcionários, vontade de mudança e padrões empregados na organização (GUREVICH; SACKS, 2020; MALIK et al., 2021; SIEBELINK; VOORDIJK; ADRIAANSE, 2018).

Pensando no controle do nível do BIM na instituição, foram criados os modelos de maturidade BIM (SACKS *et al.*, 2018), que deve ser aplicado periodicamente para uma boa evolução, sendo acompanhada e analisada pelos líderes BIM da instituição (YANG; CHOU, 2019). Neste sentido, ao longo dos últimos anos foram desenvolvidos diversos modelos de maturidade (WU *et al.*, 2017).

2.3 MODELOS DE MATURIDADE BIM

Maturidade BIM pode ser compreendida como o patamar de melhoria constante no procedimento de manejo da informação na construção, assim como o alcance dos níveis de evolução gradual de pessoal e de sofisticação do uso das ferramentas e tecnologias individuais (CHEN; DIB; COX, 2014; SACKS et al., 2018).

O nível de maturidade BIM deve avaliar o desenvolvimento dos aspectos de tecnologias, pessoal, políticas, elaboração de procedimentos e normas (SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2013).

Na literatura estão disponíveis trabalhos que avaliam e comparam os modelos de maturidade existentes, a exemplo de Wu *et al.* (2017), Moretti e Giana (2018), Giel e Issa (2013) e outros que, baseados nos modelos existentes, desenvolveram novas ferramentas, como Kam *et al.* (2014), Chen, Dib e Cox (2014), Liang *et al.* (2016), Siebelink, Voordijk e Adriaanse (2018), alguns deles buscando focar em usuários específicos, como Giel e Issa (2014), que propõem uma avaliação da maturidade BIM para proprietários de edificações.

Os modelos de maturidade, de uma forma geral, buscam avaliar a maturidade BIM de duas formas: a maturidade de um projeto assistido pelo BIM; e a maturidade de uma organização ou de indivíduos que utilizam o BIM. Os principais modelos desenvolvidos encontrados na literatura serão apresentados, de forma resumida, a seguir.

Precursor dos modelos de maturidade BIM para equipes de projeto, o *Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)* foi proposto pelo *National Institute of Building Science* em 2007 como parte do *National BIM Standard (NBIMS)*, este modelo define qualidade e quantidade mínimas de informação que um projeto deve ter para ser considerado BIM. A pontuação final da maturidade BIM é calculada por

uma soma ponderada de todas as áreas, onde o BIM é avaliado em 11 delas, numa escala de 10 níveis (NIMBS COMMITTEE, 2007).

Em 2009, a *Indiana University* (IU) desenvolveu um modelo de maturidade em planilha de Excel, similar ao BIM CMM, já que também utiliza uma matriz de áreas de interesse e nível de maturidade como base para sua estrutura (SACKS *et al.*, 2018). Este modelo avalia 8 áreas de interesse e pontuação máxima a ser alcançada é de 32 pontos, que determinam os em 6 níveis de maturidade possíveis. O foco da ferramenta é apresentar a maturidade BIM de um projeto.

Desenvolvido na Austrália em 2009, o BIM³ é também similar ao BIM CMM. Sua elaboração tenta tornar a medição um pouco mais objetiva avaliando a maturidade BIM em cinco áreas: tecnologia, processo, política, colaboração e organização (SACKS *et al.*, 2018; WU *et al.*, 2017). Um diferencial da matriz de maturidade BIM³ é que além de ser possível uma autoavaliação, o modelo permite uma avaliação por meio de auditoria externa (GIEL; ISSA, 2013). Este modelo classifica a maturidade BIM em 5 estágios, sendo eles: o pré-BIM (inicial), definido, gerenciado, integrado e otimizado (SUCCAR, 2009).

Em 2012, nos Países Baixos, o BIM QuickScan foi desenvolvido para ser fácil de usar e fornece uma avaliação rápida dos recursos BIM de uma organização. O modelo avalia a maturidade BIM nas áreas de gestão, projetos e engenharia, construção, manutenção e gerenciamento de informações. A ferramenta contém 44 níveis de pontuação determinado a partir de um questionário de múltipla escolha com 50 perguntas. O questionário é realizado de forma on-line e ao final o interessado recebe o resultado da avaliação (SACKS *et al.*, 2018; SEBASTIAN; VAN BERLO, 2010).

O modelo desenvolvido pelo *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) da *Stanford University* por Kam *et al.* (2014), o *VDC Scorecard*, que mede o desempenho BIM de um projeto ou organização levando em consideração quatro áreas de interesse: planejamento, adoção, tecnologia e desempenho. O modelo classifica a maturidade BIM em 5 níveis: prática convencional, prática típica, prática avançada, melhor prática e prática inovadora.

A *Pennsylvania State University* (*Penn State*), dentro do guia *BIM Planning Guide for Facility Owners* (CIC, 2013), apresenta o *Organizational BIM Assessment Profile*, uma matriz com 6 áreas de interesse. O modelo é normalmente administrado como uma pesquisa ou questionário que solicita aos respondentes que classifiquem

as capacidades de sua organização em cada uma dessas seis dimensões: Estratégia, Usos BIM, Processo, Informação, Infraestrutura e Pessoal. Os resultados da pesquisa geram um relatório que fornece uma avaliação geral dos recursos BIM da organização. O modelo classifica a maturidade em 6 níveis, partindo da maturidade inexistente (nível 0) e passando pelos seguintes, inicial, gerenciado, definido, qualitativamente gerenciado e, finalmente, o nível 5: otimizado.

Buscando a avaliação de maturidade BIM para proprietários de edificações, Giel e Issa (2014) desenvolveram uma ferramenta de autoavaliação que apresenta 3 divisões de medição principais, 12 subdivisões e 66 níveis. O BIM CAT, como chamaram, pode ser utilizado para diversos tipos de usuários BIM, apresentando resultados da maturidade para quase todas as fases e apresenta uma visão para o ciclo de vida do empreendimento (WU *et al.*, 2017).

Desenvolvido por Liang *et al.* (2016), o *Multifunctional BIM Maturity Model* propõe avaliar a maturidade BIM em um projeto ou empresa em nível de indústria e integrá-los de forma inovadora e simples. O modelo é dividido em três áreas de avaliação: tecnologia, processo e protocolos. Cada área desta, chamada de domínio, está dividida em 7 subdomínios, totalizando 21 subdomínios. Nesta proposta, a maturidade BIM é definida pela média de pontos obtidos nos subdomínios.

Composto por 28 medidas que representam os principais elementos para facilitar a implementação do BIM, o BiM² FR, proposto por Joblot *et al.* (2019), se concentra em aferir a maturidade BIM das empresas com atuação em obras de reforma, buscando complementar a avaliação do BIM nesse setor.

Já em 2021, buscando uma solução para a lacuna existente de medição da maturidade BIM das IES, o modelo desenvolvido por Böes, Barros Neto e Lima (2021) na Universidade Federal do Ceará, propõe a avaliação em dois campos BIM: políticas e tecnologia, através de 16 critérios e 5 níveis de maturidade. O modelo apresenta uma matriz para avaliação dos 16 critérios e a pontuação final calcula o Grau de Maturidade, percebido pela média aritmética dos itens avaliados, possibilitando o cálculo do nível de maturidade através de correlação com o percentil levantado.

De modo geral, os modelos de maturidade BIM podem ser separados em dois tipos, de acordo com sua aplicação: os que avaliam organizações e os que avaliam um projeto. Ao comparar modelos de maturidade BIM para organizações com

modelos que avaliam projetos, existem várias diferenças importantes a serem consideradas, pois os primeiros se concentram na avaliação do nível de adoção do BIM dentro de uma organização como um todo, avaliando, por exemplo, o grau de integração do BIM com outros sistemas e processos, enquanto os modelos que avaliam projetos ou indivíduos se concentram em projetos ou indivíduos específicos, analisando critérios como competência técnica ou resultados do projeto (KASSEM; LI, 2020).

Os modelos de maturidade BIM para organizações geralmente avaliam critérios que envolvem, por exemplo, estratégia, gestão de recursos humanos, mobilização e gestão de tecnologia. Já as ferramentas de maturidade do projeto BIM focam em tópicos de medição relacionados ao gerenciamento de informações, como a produção colaborativa de informações, a entrega do modelo de informações e conformidade com os padrões (KASSEM; LI, 2020).

A Tabela 1 apresenta um resumo das áreas de avaliação de cada modelo de maturidade citado. Ao observá-la, é possível perceber uma forte repetição nos diferentes modelos das áreas tecnologias, processos e estratégia ou planejamento. Em suma, as áreas que representam o eixo tecnologia buscam aferir o uso de ferramentas, software BIM e gerenciamento de dados, bem como a capacidade da organização em facilitar o acesso a estas ferramentas. Na fase planejamento ou estratégia, os modelos buscam avaliar a capacidade da organização de desenvolver um plano que descreva as metas, processos e procedimentos para uso do BIM em um projeto. Já na área de processos, buscam quantificar e pontuar os fluxos de trabalho e protocolos BIM, mirando padrões e lógicas que deem fluidez aos processos. Embora ocorra com menor frequência, é comum nos modelos de maturidade a avaliação de uma área correspondente a pessoas ou de pessoal também é uma área bem avaliada nos modelos, aferindo o estabelecimento das funções, responsabilidades, nível de envolvimento, cultura organizacional, capacidades individuais e desenvolvimento de habilidades (CIC, 2013; GIEL; ISSA, 2013; KAM et al., 2014; KASSEM; LI, 2020; YILMAZ; AKCAMETE; DEMIRORS, 2019).

Com relação a divisão de níveis de pontuação definidos, a Tabela 2 apresenta uma síntese do formato e quantitativo dos níveis de maturidade apresentados pelos modelos encontrados. Nota-se uma variedade de nomenclaturas

e formas de pontuação, embora haja uma relativa similaridade e congruência nas suas características.

Tabela 1 – Resumo das áreas de avaliação dos modelos de maturidade BIM.

The Capability Maturity Model (CMM)	BIM Proficiency Matrix	BIM Maturity Model (BIM ³)	BIM QuickScan	VDC Scorecard	Organizational BIM Assessment Profile	BIMCAT	Multifunctional BIM Maturity Model	m ² BIM-IES
(NIMBS COMMITTEE, 2007)	(INDIANA UNIVERSITY ARCHITECT'S OFFICE, 2009)	(SUCCAR, 2009, 2016)	(SEBASTIAN; VAN BERLO, 2010)	(KAM <i>et al.</i> , 2014)	(CIC, 2013)	(GIEL; ISSA, 2014)	(LIANG <i>et al.</i> , 2016)	(BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021)
Estratégia	Precisão do modelo		Organização e Gestão	Adoção	Estratégia	Competências Estratégicas	Protocolos	
Processos	Dados de construção	Processo	Fluxo de informação	Planejamento	Processo	Competências Administrativas	Processos	
Gerenciamento	Mentalidade de cálculo	Política			Informação			
Desenvolvimento de Pessoas	Reconhecimento de localização	Colaboração	Mentalidade e Cultura	Desempenho	Pessoal			Política
Foco no cliente	Criação de conteúdo	Organização			Usos BIM	Competências Operacionais		
Tecnologias	Integração do projeto	Tecnologia	Ferramentas e aplicações	Tecnologia	Infraestrutura		Tecnologias	Tecnologia
	<i>As-bilt</i>							
	Riqueza de dados de FM							

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 2 – Resumo dos níveis de avaliação dos modelos de maturidade BIM.

Nível	The Capability Maturity Model (CMM)	Indiana University (IU) - BIM-MM	BIM Maturity Model (BIM ³)	BIM QuickScan	VDC Scorecard	Organizational BIM Assessment Profile	BIMCAT	Multifunctional BIM Maturity Model	m ² BIM-IES
0		Não Gerenciado	<i>Ad-hoc</i>			Inexistente			
1	Inicial	Gerenciado	Definido	Básico	Inicial	Inicial		Conscientização	Prontidão BIM
2	Gerenciado	Padronizado	Gerenciado	Desenvolvimento	Gerenciado	Gerenciado	Score BIMCAT (pontuação própria)	Adoção	Capacidade BIM
3	Definido	Integrado	Integrado	Avançado	Integrado	Definido		Implementação	Maturidade BIM
4	Gerenciado quantitativamente	Automatizado	Otimizado	Liderando	Inteligente	Qualitativamente gerenciado		Otimização	
5	Otimizado	Otimizado		Excelência	Automatizado	Otimizado		Inovação	

Fonte: O Autor (2023)

2.4 BIM e IFES

O desenvolvimento do BIM, como já apresentado, traz benefícios a toda a cadeia da construção e uso da edificação. O setor público, também como agente promotor de obras públicas, tem importante destaque na implantação de novas tecnologias, pois, a função dos seus agentes como tomadores de decisão, as escalas de grandes proporções de seus projetos e sua exposição à avaliação da sociedade, montam uma forte influência nas suas cadeias de fornecimento de serviços de *design* e construção (GUREVICH; SACKS, 2020).

No Brasil, as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), especialmente no setor público, apontam os alvos das novas tecnologias de forma direta e indireta, por meio do desenvolvimento de pesquisa, extensão e formação curricular (SANTOS, 2019).

Artigos de revisão como Wu *et al.* (2017), Moretti e Giana (2018), Giel e Issa (2013), que avaliam e comparam modelos de maturidade BIM, normalmente podem ser utilizados como base para a escolha e aplicação do modelo mais adequado para medir a maturidade BIM em uma organização. Entretanto, as IFES brasileiras têm diferentes atores usuários do BIM.

Esta peculiaridade é atribuída pelo formato gerencial destas organizações (IFES), que tem, além da missão final na formação de profissionais de AEC, através de ensino, pesquisa e extensão, têm a competência de planejar, projetar, executar ou fiscalizar suas obras e gerir a operação e manutenções de seus edifícios, uma vez que é dotada de autonomia administrativa, financeira, patrimonial, didático-pedagógica e disciplinar, conforme legislação federal (BRASIL, 1946; BRASIL, 2008). Assim, os modelos de maturidade, se aplicados de maneira isolada em sua forma proposta, tornam-se incompletos para avaliar todas estas atribuições e retornar um resultado institucionalmente holístico, já que diferentes setores são responsáveis por diferentes atribuições.

Então, comparando aos modelos de maturidade apresentados na literatura com as funções desempenhadas pelas IFES, a mesma instituição pode ser vista como equipe de projeto (setor da instituição que planeja e executa os projetos), como organização (equipe de obras e/ou fiscalização) e como proprietário (equipe de manutenção e operação). Além disto, como a Maturidade BIM afere o quanto a gestão encaminha de forma estratégica a aplicação e integração do BIM (MORETTI;

GIANA, 2018), é imprescindível que a instituição seja avaliada também no nível gerencial.

Outro ponto importante, ligado diretamente à missão das IFES, é a avaliação acadêmica do BIM, isto é, o nível estratégico de desenvolvimento BIM do currículo de formação do egresso da instituição. Neste quesito, (BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021) desenvolveram um modelo de aferição de maturidade para Instituições de Ensino Superior (IES), com a criação de uma Matriz de Maturidade BIM para IES (m²BIM-IES).

Embora o modelo de (BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021) realize uma avaliação de maturidade de IES, o foco da avaliação é exclusivamente acadêmico, ou seja, avalia apenas como a instituição encaminha a formação do aluno no quesito BIM.

2.5 ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA

A avaliação de maturidade BIM pode ser entendida como o estudo e levantamento do diagnóstico BIM de uma instituição, na sua aplicação, para fins de base informativa à gestão e interessados na evolução BIM. Tal diagnóstico deverá demonstrar como o agente avaliado, seja ele organização, equipe de trabalho ou até mesmo um projeto, consegue aplicar os procedimentos BIM de forma eficaz.

Para as avaliações em organizações, forma que mais se aproxima do modelo proposto neste estudo, entende-se que o nível de maturidade mais alta será alcançado quando a instituição implementar padrões e processos constantemente revisados e adequados às tecnologias emergentes e que independam de um indivíduo específico para serem realizadas, ou seja, que a cultura organizacional promova a atualização e realização dos aspectos BIM de forma eficiente.

A partir do histórico e análise dos modelos, percebe-se que a evolução e adaptação dos modelos de maturidade acontece para atender a demandas específicas. Assim, compreende-se que os modelos de maturidade são ferramentas que permanecem em constante evolução e adaptação, alinhando-se ao entendimento que a maturidade BIM é o patamar de melhoria constante na forma que a organização maneja as informações da construção. Tais definições levam este trabalho a apresentar a proposta de um modelo de maturidade BIM que represente as instituições em seus diversos aspectos, permitindo inovação e possibilitando a melhoria contínua da IFES.

Durante a pesquisa não foi encontrado algum modelo que possibilitasse a aferição do nível de maturidade BIM de uma instituição de ensino em uma avaliação que considerasse todos os aspectos de seu funcionamento, ou seja, uma avaliação abrangente das IFES, que considere todas as suas capacidades e atribuições, ainda permanece ausente em um único modelo na literatura. Pois, as instituições de ensino, que têm por finalidade a formação curricular, não restringem suas atividades ao ensino do BIM sendo também responsáveis pelas construções ou fiscalização de suas obras, execução ou contratações de projetos e pela manutenção das edificações e infraestruturas existentes.

Os modelos de maturidade encontrados na pesquisa bibliográfica, se aplicados de maneira isolada em sua forma proposta, tornam-se incompletos para avaliar todas estas atribuições e apresentar um resultado institucionalmente holístico, já que diversos setores institucionais são responsáveis por diferentes atribuições BIM.

Portanto, buscou-se desenvolver um modelo com métrica completa para avaliação da maturidade em BIM das instituições federais de ensino brasileiras baseado numa consolidação dos modelos existentes, visando avaliar os três setores institucionais que abordam o BIM: a gestão, as equipes de obras e projetos e a academia.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresentará o desenvolvimento da metodologia adotada nesta pesquisa, que utilizou a abordagem *Design Thinking* na proposta de desenvolvimento do modelo de maturidade BIM para avaliação das instituições federais de ensino superior.

3.1 DESIGN THINKING

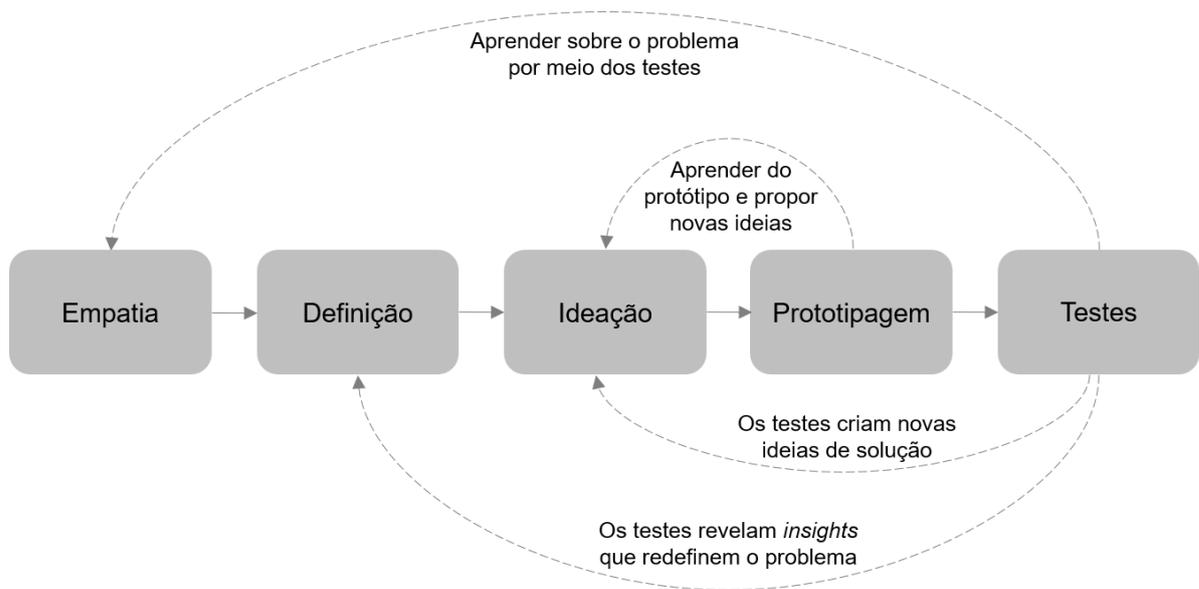
O *Design Thinking* é uma abordagem multidisciplinar que vem se mostrando vantajosa para a criação de um protótipo de forma ágil, além disso, não tem especificidade de áreas de aplicação, podendo ser adaptada e utilizada em diversos tipos de projetos (DORST, 2011).

Auernhammer e Roth (2021) afirmam que a aplicação de atividades de *Design Thinking* tem o potencial de contribuir com a criatividade e inovação, ultrapassando as limitações cognitivas e influenciando o bom desempenho de projetos na busca pelas soluções dos problemas técnicos.

A abordagem *Design Thinking*, então, se apresenta como uma metodologia capaz de auxiliar a necessidade exigida a que se propõe esta pesquisa, dado que além de se caracterizar por considerar multidisciplinaridade, criação de protótipos, colaboração e percepção de pensamentos e processos de forma concreta, é utilizada para resolver problemas práticos e complexos que podem apresentar mais de uma solução, sempre de forma inovadora (BINDER *et al.*, 2011). O processo de *Design Thinking* normalmente envolve vários estágios, que podem variar um pouco dependendo da estrutura específica que está sendo usada, mas geralmente incluem: Empatia, Definição, Ideação, Prototipagem e Testes (ERIKSSON, 2022).

O processo de *Design Thinking* costuma ser iterativo, o que significa que cada etapa pode ser revisitada à medida que novos *insights* são vislumbrados e novas ideias surgem. O objetivo é criar soluções que sejam verdadeiramente eficazes e sustentáveis (BLUM; DANILEVICZ, 2021). A Figura 1 apresenta um esquema gráfico do funcionamento do *Design Thinking* para ampliar a compreensão da abordagem.

Figura 1 – Fundamentos do processo de interação do *Design Thinking*.



Fonte: Adaptado de Eriksson (2022).

Este trabalho buscou utilizar a abordagem *Design Thinking* como guia metodológico para a montagem da ferramenta desenvolvida, seguindo os passos conforme explanado a seguir, pois, por se tratar da criação de um modelo que se propõe a permanecer útil quando atualizado de acordo com as especificidades impostas acompanhando a inovação tecnológica, deve seguir uma abordagem multidisciplinar e que permita a exploração do seu potencial de criatividade.

3.2 EMPATIA

No primeiro estágio da abordagem *Design Thinking*, empatia, ao tempo que se realiza uma pesquisa de campo, a fim de compreender o problema numa visão do usuário, também se busca na literatura as questões que envolvem este problema. Nesta etapa, o ponto central é compreender as necessidades e perspectivas das pessoas que são afetadas pelo desafio em questão. Isso pode envolver a realização de pesquisas, observação de comportamentos e realização de entrevistas com as partes interessadas (ERIKSSON, 2022; VIANNA *et al.*, 2012). Durante este processo, buscou-se observar do ponto de vista do usuário, ou seja, como o BIM faz parte e influencia a instituição de ensino a ser avaliada pelo modelo.

O início do desenvolvimento desta pesquisa, portanto, foi também exploratória, com a realização de uma busca bibliográfica para levantar e elencar os principais modelos de maturidade BIM existentes na literatura, de modo a

compreender suas metodologias e caracterizá-los de acordo com seus principais objetivos.

As buscas foram feitas através da plataforma Periódicos da Capes onde foram realizadas inicialmente seleções de artigos que incluíssem em seu assunto as palavras e sequências de palavras que pudessem apresentar relação com a proposta da pesquisa. Assim, buscou-se por: BIM, *Building Information Modeling*, *Maturity*, *Maturity Model*, fazendo aplicações de filtros para selecionar trabalhos que associassem estes temas.

Com a aplicação dos filtros, foram encontrados e baixados os primeiros trabalhos relacionados ao tema Maturidade BIM, entretanto, após a leitura, alguns não se relacionavam diretamente com o tema de interesse da pesquisa e foram descartados.

Para a compreensão do histórico dos modelos de maturidade BIM existentes, os trabalhos que apresentam uma revisão de literatura neste contexto, como Wu *et al.* (2017), Moretti e Giana (2018) e Giel e Issa (2013), foram importantes para guiar a pesquisa para os modelos mais aplicáveis e, conseqüentemente, mais relevantes. Junto a estes trabalhos de revisão, o livro Sacks *et al.* (2018), que também elenca os principais Modelos de Maturidade até a data de sua publicação, bem como apresenta um breve resumo de cada um, contribuiu para identificação e compreensão de cada modelo.

Neste sentido, buscou-se entender, classificar e definir cada ferramenta e proposta que colaborasse na mensuração do nível de maturidade das instituições de ensino superior de maneira abrangente, considerando as principais atribuições institucionais que se utilizam de métodos aplicáveis ao BIM.

Além da pesquisa de trabalhos acadêmicos, foi feita uma pesquisa documental, por meio da busca por leis, decretos, resoluções, documentos e normas que regem as instituições pesquisadas (UFPE e IFSertãoPE), buscando compreender suas formações de liderança, seus modelos de gestão dos projetos e obras, manutenção predial, bem como as atividades acadêmicas que envolvem a construção civil.

3.3 DEFINIÇÃO

A partir da empatia, estágio anterior, deve-se definir o problema de forma clara e específica. Isso pode envolver a reformulação do problema com base nos

insights obtidos no estágio de empatia. Segundo Eriksson (2022), a parte mais importante do processo *design* é a definição, pois é onde serão definidos os alvos de onde concentrar o esforço que será dedicado em sequência.

Nesta etapa, foram observadas as questões que envolviam o BIM nas instituições de ensino e definidos os agentes envolvidos no processo. A compreensão da estrutura organizacional das instituições e da aplicabilidade dos modelos de maturidade BIM existentes encaminharam a uma escolha da aplicação em três grupos dentro das instituições: gestão, equipe de projetos e infraestrutura (arquitetura, engenharia, projetistas e manutenção) e academia (representada pelas coordenações dos cursos). Definido como problema a ausência de um modelo único capaz de avaliar holisticamente a Instituição Federal de Ensino Superior em todas as suas faces BIM.

3.4 IDEAÇÃO

Idealizar é gerar uma possível solução para os problemas definidos, ou seja, a identificação de uma oportunidade (VIANNA *et al.*, 2012).

A presente pesquisa que definiu o problema na etapa anterior, aqui observou a oportunidade de adaptar a partir de ferramentas existentes um modelo que atendesse às peculiaridades das IFES brasileiras. A ideia, portanto, foi o desenvolvimento de um modelo de maturidade BIM com as premissas de visão abrangente e pontuação final única para a instituição avaliada, isto é, adaptar e sintetizar os modelos de maturidade BIM encontrados na literatura que mais se adaptassem aos atores responsáveis pelo BIM nas diferentes atividades das IFES.

3.5 PROTOTIPAÇÃO

Com o objetivo de subsidiar as ideias potencialmente viáveis, a prototipagem vem para dar vida à ideia formada (ERIKSSON, 2022).

Baseado na ideia e de forma simultânea à pesquisa na literatura, tão logo compreendidos e delineados os problemas a serem tangenciados, foi definido o protótipo para aferição da maturidade BIM das IFES.

O modelo de maturidade BIM desenvolvido se baseou nas observações e pesquisas, bem como em *feedbacks* e avaliações iterativas do modelo inicialmente escolhido. A prototipação ocorreu de forma paralela às primeiras etapas, visto que o

modelo foi pesquisado, idealizado, montado e ajustado durante toda a pesquisa.

A partir da identificação dos modelos de maturidade BIM existentes e da compreensão das instituições, foi adaptada uma matriz de maturidade que pudesse avaliar conjuntamente a gestão, a equipe de projetos, obras e manutenção e também a academia. Assim, a matriz foi desenvolvida e é apresentada no Apêndice D.

3.6 TESTE

Após a prototipação, a realização de testes permite coletar *feedbacks* dos usuários ou das partes interessadas para refinar as soluções e validar o modelo, além de determinar sua viabilidade. Os resultados desta etapa revelam problemas, que podem fazer o processo retornar à ideação, onde novas ideias são geradas para adequação às novas necessidades percebidas, ou mostram potencial, fazendo com que o processo encaminhe o protótipo a se mostrar como uma possível solução (ERIKSSON, 2022).

Além da validação da ferramenta, a aplicação do modelo apresentado nesta pesquisa atende o objetivo de avaliar as instituições pesquisadas quanto aos respectivos níveis de maturidade BIM. Então, tomando como base os modelos de maturidade inicialmente pesquisados, foram criados e aplicados questionários específicos (conforme Apêndices A, B e C) para cada setor institucional que participa dos processos BIM, sendo eles: 1) equipe de gestão de engenharia; 2) equipe de projetos e de operação e manutenção; e 3) coordenadores de cursos das áreas de AEC.

Para entender a formação do organograma de cada instituição pesquisada, ou seja, como é estruturada a hierarquia organizacional, buscou-se os documentos institucionais públicos em seus respectivos sites. A finalidade desta compreensão foi reconhecer as possíveis atividades BIM que as instituições realizam e conhecer os atores e responsáveis.

Os questionários elaborados durante a prototipação foram aplicados para permitir o conhecimento mais aprofundado das atividades que envolvem os conceitos BIM e saber em que ponto cada área de uso do BIM se encontra nas instituições pesquisadas pelo ponto de vista dos usuários, auxiliando no preenchimento da matriz definida. Os questionários foram parte da coleta de dados, que foram aplicados em forma de formulário digital (*Google Forms*) na Universidade

Federal de Pernambuco (UFPE) (*Campus Recife*) e no Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE).

Após o recebimento das respostas dos formulários enviados, iniciou-se a caracterização das amostras. Para tal, separou-se por instituição e setor cada um dos respondentes para tornar possível a interpretação dos resultados. As respostas aos questionários foram organizadas e deram base ao preenchimento da matriz para formação da “pontuação BIM” em cada dimensão avaliada: Estratégia, Uso BIM, Processos, Infraestrutura, e Pessoal, de maneira separada para cada grupo definido: Gestão, Equipe e Academia.

Por fim, uma matriz elaborada em formato de Planilha Excel retornou os valores de maturidade BIM através das médias das respostas. Em seguida os resultados foram analisados e discutidos. A aplicação do modelo permitiu ainda a sua avaliação como ferramenta de aferição de nível de maturidade BIM de Instituições Federais de Ensino Superior, que estão apresentadas no capítulo 3.

4 RESULTADOS

Os resultados apresentados neste capítulo estão divididos em quatro etapas: o levantamento de dados, resultado da pesquisa bibliográfica e documental, que apresentará os resultados da busca pela contextualização das instituições de ensino pesquisadas dentro do tema proposto, a apresentação do modelo de maturidade proposto, que detalha os aspectos do modelo de maturidade desenvolvido, a avaliação do nível de maturidade das instituições de ensino UFPE e IFSertãoPE, obtido por meio da aplicação do modelo proposto, e, na quarta e última etapa, uma avaliação crítica do modelo de maturidade desenvolvido, onde serão discutidas as impressões sobre o modelo e apresentados os seus pontos fortes e possíveis melhorias.

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

A etapa de empatia do *Design Thinking*, abordagem definida para o presente estudo, possibilitou análises importantes para a definição do problema, através de uma revisão da literatura, busca por legislação, normas e documentos públicos institucionais. Esta etapa permitiu o conhecimento do que a literatura aborda sobre maturidade BIM, as características dos modelos existentes e um histórico da evolução do tema, além do aprofundamento na análise sobre o funcionamento das instituições pesquisadas, bem como a compreensão dos problemas reais a serem percorridos para a implantação do BIM, ao se buscar enxergar pela óptica dos usuários de BIM das instituições avaliadas.

4.1.1 Revisão da Literatura

O desenvolvimento da pesquisa exploratória se iniciou com a realização de uma revisão bibliográfica que elencou os principais modelos de maturidade BIM existentes na literatura, na busca da compreensão das suas metodologias e características de acordo com seus principais objetivos.

As buscas realizadas até agosto de 2022 na plataforma Periódicos da Capes apresentaram os resultados apresentados na Tabela 3, onde o idioma inglês e o tipo de publicação em artigo foram colocados como critérios iniciais para a filtragem das publicações. Para captar resultados mais refinados, a pesquisa considerou inicialmente a presença das palavras-chave no assunto do artigo.

Tabela 3 – Número de artigos encontrados por campo pesquisado.

Campo pesquisado	Número de artigos Encontrados
BIM + <i>Maturity</i>	21
BIM + <i>Maturity Model</i>	11
<i>Building Information Modeling + Maturity</i>	23
<i>Building Information Modeling + Maturity Model</i>	11

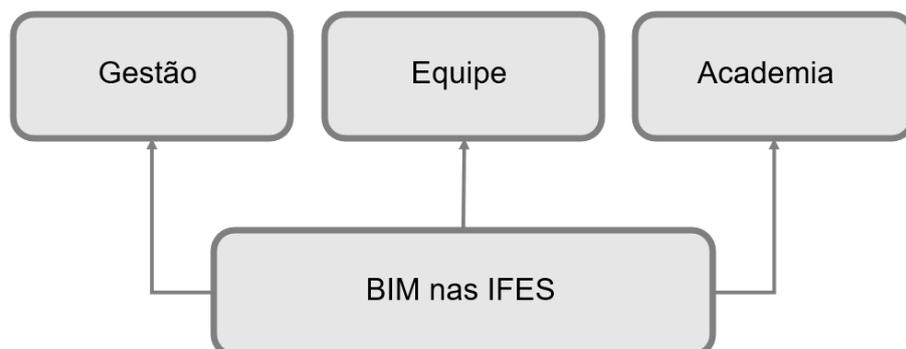
Fonte: O Autor (2023)

A seleção inicial dos artigos foi realizada pela leitura do resumo (*abstract*), onde foram descartados da leitura integral os artigos que não apresentavam conteúdo de interesse direto para a presente pesquisa.

As buscas pelos artigos procuraram responder quais os modelos de maturidade existiam e como se davam suas aplicações, além de entender as principais características de cada um deles. Assim, trabalhos de revisão de literatura, como Wu *et al.* (2017), Moretti e Giana (2018) e Giel e Issa (2013), foram essenciais para esta compreensão e aquisição de conhecimento, pois traçam um histórico e apresentam de forma sintética os principais modelos de maturidade.

Durante a pesquisa, não foi encontrado um modelo publicado que possibilitasse a aferição do nível de maturidade BIM de uma instituição de ensino, em uma avaliação que considerasse todos os aspectos de seu funcionamento. Pois, as instituições de ensino, que têm por finalidade a formação curricular, não devem se restringir ao ensino do BIM, pois são também responsáveis pelas suas obras, execução ou contratações de projetos e pela manutenção das edificações e infraestruturas existentes.

Figura 2 – Divisão dos grupos usuários do BIM dentro das IFES.



Fonte: O Autor (2023)

Para melhor organização e compreensão dos resultados, definiu-se neste trabalho, três grupos institucionais dentro das instituições de ensino que são usuários ou responsáveis por operacionalizar atividades BIM: a Gestão, as Equipe de projeto, obras e manutenção e a Academia, conforme apresentado na Figura 2.

Pode-se fazer um paralelo de cada grupo definido com modelos existentes da seguinte maneira: o grupo Gestão, por definição de atribuições nas IFES, tem similaridade com a avaliação organizacional, ou seja, os modelos que buscam avaliar a maturidade BIM das organizações apresentam critérios importantes para aferir a maturidade do grupo aqui denominado Gestão. Semelhantemente, os modelos que se propõem a avaliar a maturidade BIM de projetos ou indivíduos são os mais adaptáveis a avaliar o grupo Equipe. A academia se complementa com partes de modelos de avaliação organizacional (ex.: planejamento e estratégia) e de projetos (ex.: uso BIM), mas necessita de critérios específicos da academia, como as atividades de ensino, pesquisa e extensão.

A partir de então, com a leitura e a seleção manual dos artigos explorados, foi possível elencar e ordenar os principais modelos de maturidade que seriam adequados aos objetivos desta pesquisa.

Os principais modelos de maturidade BIM encontrados na literatura são apresentados no Quadro 1, que demonstra em quais áreas da instituição poderiam ser aplicados, de acordo com as características de cada modelo, levando em conta se o modelo possibilitaria a avaliação da maturidade BIM da instituição de ensino de cada um dos seus três grupos: Gestão, Equipe e Academia, de acordo com a abordagem que suas avaliações apresentam.

Nota-se que nenhum dos modelos apresentados no Quadro 1 permite uma avaliação dos três grupos da instituição de ensino, como propõe este trabalho, pois consideram para a avaliação, na maioria dos casos, apenas as atividades desenvolvidas pelas equipes projeto e manutenção ou, outras vezes, as atividades da gestão institucional, quando consideram uma avaliação das capacidades de planejamento estratégico e gerenciamento de processos das empresas a serem avaliadas. Por exemplo, o foco dado pelos modelos (NIMBS COMMITTEE, 2007), (INDIANA UNIVERSITY ARCHITECT'S OFFICE, 2009) e (KAM *et al.*, 2014) é principalmente à maturidade do projeto desenvolvido, não considerando a avaliação da instituição como um todo. Já o modelo de (BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021) avalia os aspectos acadêmicos da instituição avaliada.

Quadro 1 – Aplicabilidade do modelo em cada área institucional.

Modelo de Maturidade BIM	Gestão	Equipe	Academia	Referência
I-CMM	x	x		(NIMBS COMMITTEE, 2007)
BIM Proficiency Matrix		x		(INDIANA UNIVERSITY ARCHITECT'S OFFICE, 2009)
BIM Maturity Matrix (BIM ³)	x	x		(SUCCAR, 2009, 2016)
BIM QuickScan	x	x		(SEBASTIAN; VAN BERLO, 2010)
VDC Scorecard	x	x		(KAM <i>et al.</i> , 2014)
The Organizational BIM Assessment Profile	x	x		(CIC, 2013)
BIM Competency Assessment Tool (BIMCAT)	x	x		(GIEL; ISSA, 2014)
Multifunctional BIM Maturity Model	x	x		(LIANG <i>et al.</i> , 2016)
BiM ² FR	x	x		(JOBLOT <i>et al.</i> , 2019)
m ² BIM-IES			x	(BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021)

Fonte: O Autor (2023)

Os modelos de maturidade encontrados na pesquisa bibliográfica, se aplicados de maneira isolada em sua forma proposta, tornam-se incompletos para

avaliar todas estas atribuições e apresentar um resultado institucionalmente holístico, já que diversos setores institucionais são responsáveis por diferentes atribuições BIM.

Por exemplo, apenas o m²BIM-IES, proposto por (BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021), permite a avaliação da maturidade BIM da academia, entretanto não avalia a maturidade da instituição de ensino como desenvolvedora, gestora e usuária de projetos, obras e infraestruturas.

Pelo Quadro 1 é possível perceber que a grande maioria dos modelos, com exceção do m²BIM-IES, se concentram na avaliação das equipes de projetos e da gestão em BIM.

Como a Maturidade BIM deve aferir o quanto a gestão encaminha de forma estratégica a aplicação e integração do BIM (MORETTI; GIANA, 2018), é imprescindível que a instituição seja avaliada pelo nível dos seus projetos e obras desenvolvidos e no nível gerencial, além de ser avaliada como está conduzindo sua principal missão: a formação acadêmica.

Uma pesquisa também utilizada para auxiliar o presente trabalho na linha da avaliação da academia foi o publicado por (CHECCUCCI, 2014), que apresenta um modelo de compreensão e avaliação da matriz curricular no ensino de BIM. Entretanto, não tem como objetivo avaliar a maturidade BIM das instituições de ensino.

Portanto, não se identificou na literatura um modelo que permita uma avaliação das instituições de ensino considerando todas as suas atribuições que podem utilizar o BIM, representando de forma mais representativa a maturidade BIM institucional.

4.1.2 Contextos institucionais

O tema da eficiência é recorrente nos estudos que envolvem a gestão da administração pública (ANDRADE; RASOTO; CARVALHO, 2018). Para Junior (2006) o princípio constitucional da eficiência pressupõe o respeito às regras da boa administração com o dever administrativo de melhor atender à finalidade do interesse público, trabalhando para alcançar o melhor serviço com o menor custo.

Brulon, Ohayon e Rosenberg (2014) afirmam que a administração pública deve buscar continuamente a construção de novos caminhos gerenciais que

busquem o atendimento dos objetivos da administração de forma positiva. Nesse sentido, buscando a modernização e transformação digital da construção, o Governo Federal brasileiro criou em 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM) composto por sete Ministérios. A proposta foi idealizada para trazer mais economicidade para as compras públicas, incentivar o setor da construção civil, dar mais transparência aos processos licitatórios e otimizar os processos de operação e manutenção dos ativos do Governo Federal brasileiro. Foi proposta, então, a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM – Estratégia BIM BR (ABDI, 2019).

A finalidade da Estratégia BIM BR é “promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país”. Por meio desta difusão, busca-se experimentar os benefícios já conhecidos da implantação do BIM, agora em escala nacional e nos setores públicos e privados (ABDI, 2019). O Quadro 2 apresenta os objetivos específicos apresentados na Estratégia BIM BR.

Quadro 2 – Objetivos específicos da Estratégia BIM BR.

I	Difundir o BIM e seus benefícios
II	Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM
III	Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM
IV	Estimular capacitação em BIM
V	Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM
VI	Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM
VII	Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM
VIII	Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM
IX	Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM

Fonte: ABDI (2019)

Dentre os objetivos específicos da Estratégia BIM BR, é interessante destacar neste trabalho três delas: a coordenação da estruturação do setor público para a adoção do BIM (II), o incentivo à capacitação em BIM (IV) e a criação de parâmetros para as contratações públicas com o uso do BIM (V) (ABDI, 2019).

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) foi criada pelo Decreto-Lei nº 9.388, de 20 de junho de 1946. É autarquia educacional, pessoa jurídica de direito

público, mantida pela União, vinculada ao Ministério da Educação, dotada de autonomia didático-científica, administrativa, disciplinar e de gestão financeira e patrimonial, com sede e foro legal na cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco (BRASIL, 1946).

O Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) é uma autarquia federal, detentora de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar, vinculada ao Ministério da Educação (MEC), sob a supervisão da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC)(BRASIL, 2008). É uma instituição *multicampi* com sede (Reitoria) em na cidade de Petrolina – PE, e campi instalado nas cidades de Petrolina, Floresta, Salgueiro, Ouricuri, Serra Talhada e Santa Maria da Boa Vista, todas no estado de Pernambuco (IFSERTÃOPE, 2022).

O formato gerencial das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) vai além da missão final na formação de profissionais, incluindo os de AEC, através de ensino, pesquisa e extensão, pois, como visto, elas têm a competência de planejar, projetar, executar ou fiscalizar suas obras e gerir a operação e manutenções de seus edifícios, uma vez que é dotada de autonomia administrativa, financeira, patrimonial, didático-pedagógica e disciplinar, conforme legislação federal (BRASIL, 1946, 2008).

Portanto, os três objetivos da Estratégia BIM BR (II, IV e V) vão diretamente ao encontro dos objetivos desta pesquisa, já que as IFES têm autonomia administrativa, executam ou contratam seus projetos e obras e tem como finalidade a formação dos usuários dos seus serviços, sendo, portanto, um dos principais agentes na capacitação BIM. Os demais objetivos estão ligados indiretamente ao objetivo deste trabalho, visto que a administração pública e a formação acadêmica tenderão a promover uma modificação cultural também na forma que se dão os contratos privados, por uma natural evolução do mercado (GUREVICH; SACKS, 2020; LAUBMEYER *et al.*, 2009).

Do ponto de vista administrativo, os organogramas das instituições pesquisadas levam a percepção de que a mesma instituição realiza atividades análogas aos escritórios de projeto (setor da instituição que planeja e executa os projetos), às construtoras (equipe de obras e/ou fiscalização) e aos clientes ou usuários (equipe de manutenção e operação). Além disso, tem também no seu quadro pessoal, os responsáveis por gerenciar atividades que podem desenvolver

BIM, realizar pesquisas e formar profissionais destas áreas, quando oferta cursos da área de construção.

Embora as duas instituições pesquisadas tenham organogramas e níveis de detalhamento completamente distintos, é possível perceber o padrão de responsabilização do gerenciamento dos serviços que tratam da infraestrutura. Ambas detêm um setor especificamente responsável pela infraestrutura.

Na UFPE, a Superintendência de Infraestrutura SINFRA, ligada diretamente ao gabinete da reitoria, e tem por finalidade “projetar, coordenar, fiscalizar, sancionar e executar as ações de planejamento dos espaços físicos, construção e manutenção da infraestrutura e urbanismo, preservação do patrimônio e do meio ambiente pautados no desenvolvimento sustentável” (SINFRA, 2022).

A SINFRA é subdividida em cinco diretorias além de seu gabinete, sendo elas: Diretoria Administrativa, Diretoria de Gestão Ambiental, Diretoria de Fiscalização de Obras, Diretoria de Manutenção e Conservação e a Diretoria de Planos e Projetos. Nesta superintendência estão atualmente lotados 80 servidores com cargos variados como assistentes em administração, administradores, auxiliares administrativos, engenheiros, arquitetos e urbanistas, técnicos em edificações, dentre outros. Cada diretoria é também subdividida em Coordenações e/ou Divisões, especificando ainda mais suas atribuições e responsabilidades, conforme o Anexo A.

No IFSertãoPE a responsabilidade pelos serviços que compreendem a gestão das obras e infraestrutura é da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura (DEInf), que está subordinada à Pró-reitora de Orçamento e Administração (PROAD). Nesta Diretoria estão atualmente lotados 8 servidores sendo 5 Engenheiros Civis, 1 Arquiteto e Urbanista, 1 Engenheiro Eletricista e 1 Técnico em Edificações, além do Diretor. Na DEInf não há subdivisão no organograma, conforme Anexo B.

Portanto, a gestão que dá suporte e gerencia atividades de obras, projetos e infraestrutura das duas instituições pesquisadas, podem decidir sobre o tempo, quantidade e a forma das contratações, tanto para novas obras como para manutenções ou ampliações.

No quesito acadêmico, as duas instituições têm composições também distintas, que para a avaliação da maturidade BIM devem ser consideradas. A UFPE é formada por 13 centros acadêmicos e, dentre eles estão os que ofertam os cursos

de AEC: bacharelado em Engenharia Civil e bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, além dos cursos de pós-graduação nas mesmas áreas (UFPE, 2022).

O IFSertãoPE é dividido academicamente por unidades de *campus*, e apresenta a oferta de cursos técnicos e graduação na área de construção civil. Dentre as sete unidades, atualmente apenas o *campus* Serra Talhada apresenta o curso de graduação em Engenharia Civil. Na área de AEC, os *campi* Petrolina, Floresta, Salgueiro, Ouricuri, Serra Talhada e Santa Maria da Boa Vista ofertam o curso Técnico em Edificações. É importante observar, portanto, que mesmo nos *campi* que não há curso superior em AEC, são realizadas atividades acadêmicas de ensino, pesquisa e extensão, mesmo que aplicadas ao nível técnico.

4.1.3 Abrangência do modelo

A ideia de abordar a maturidade BIM de forma integrada e abrangente dentro das instituições de ensino vem carregada do desafio de mensurar o quanto cada parcela de contribuição e atividade BIM dos agentes envolvidos nas tarefas institucionais colaboram com o valor final único representativo da maturidade BIM. Deve-se observar, dentro deste contexto, que a proposta apresentada nesta pesquisa considera um peso uniforme para os três grupos estabelecidos, Gestão, Equipe e Academia.

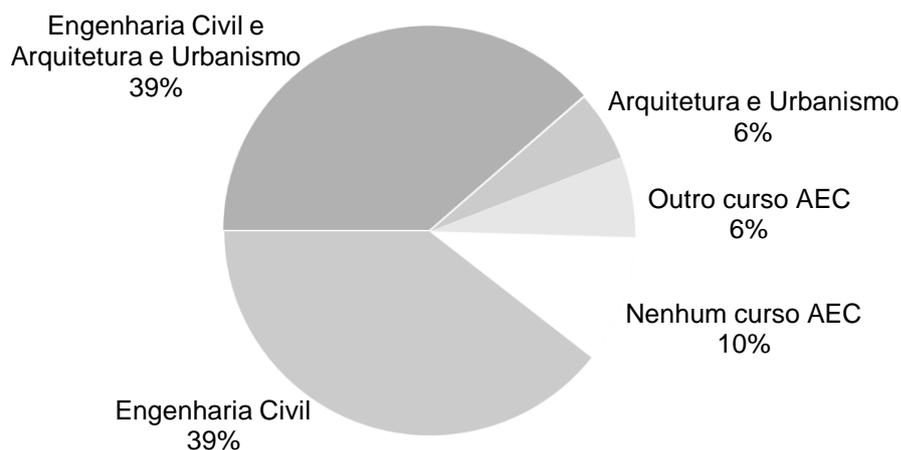
A proposta de se manter os pesos equivalentes é realizar o estudo da maturidade BIM na IFES compreendendo que o impulso conjunto da instituição de forma equilibrada pode contribuir com um avanço mais eficiente na implantação e evolução do BIM. Como exemplo, pode-se afirmar que uma gestão que observa os preceitos de planejamento BIM irá contribuir com as necessidades técnicas, tecnológicas, pessoais e estratégicas da equipe de projetos. De modo similar, um setor acadêmico com maturidade avançada, poderá, em conjunto com a equipe de projetos, desenvolver ferramentas de estratégia BIM para a gestão. Uma instituição com a academia de alto nível de maturidade, poderá ofertar estagiários com capacidades BIM bem desenvolvidas dentro da própria equipe de projetos, fiscalização e manutenção. Os gestores poderão ser mais solicitados nas agendas BIM quando houver demanda do grupo da academia e da equipe de obras, do que quando comparado com IFES ausentes de membros da área AEC da academia. Pesquisadores da academia ampliarão o campo de investigação e terão mais

autoridade na pesquisa se estiverem envolvidos com as atividades BIM institucionais.

Entretanto, o modelo não deve se limitar à existência de um curso de AEC dentro da instituição, pois embora aconteça em pequena escala, existem IFES brasileiras que não apresentarão um corpo técnico em BIM na área AEC.

Durante a pesquisa, um levantamento das IFES brasileiras feito nos portais do Ministério da Educação, na Plataforma Nilo Peçanha e no Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior (e-MEC), mostrou que das 109 instituições 85 ofertam o curso de Engenharia Civil e 48 ofertam o curso de Arquitetura e Urbanismo. Outras 7 instituições que não ofertam algumas das duas graduações, ofertam algum curso do eixo de infraestrutura na área de construção civil, de nível tecnológico ou técnico, como tecnólogo em construção ou técnico em edificações, e como são instituições que além do ensino desenvolvem pesquisa e extensão, atendem às atribuições BIM do grupo Academia. Dentre o total das instituições federais, apenas 11 delas não ofertam cursos na área de construção, que representa 10% das IFES (BRASIL, 2023c, 2023d). No gráfico em pizza da Figura 3 fica mais claro observar estas proporções.

Figura 3 – Distribuição dos cursos AEC nas IFES brasileiras.



Fonte: O Autor (2023)

Para instituições em que não há oferta de cursos nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção, a ferramenta deverá ser ponderada de acordo com as atividades que abrangem, isto é, deverá ser avaliada apenas a parte institucional dos grupos de Gestão e Equipe, por exemplo. Embora compreenda-se que o nível

de maturidade BIM da instituição tende a ser impulsionado nas IFES que operam cursos nas áreas de AEC, a instituição não deve ter sua pontuação minorada pelo fato de não ofertar tais cursos. Assim, para utilização do modelo proposto desconsiderando o grupo Academia, basta considerar a soma dos demais grupos completando 100% da pontuação. Esta ação viabiliza a utilização do modelo de maturidade BIM em praticamente todas as IFES brasileiras, incluindo os 10% sem curso AEC. No item 3.2 apresentado a seguir é abordado como deve ser realizado o cálculo da pontuação final de maturidade BIM da instituição avaliada. As instituições e os respectivos cursos das áreas de AEC ofertados por elas estão listados no Apêndice F.

Como proposta de modelo de maturidade BIM para instituições de ensino, o modelo apresentado se adequa não apenas às IFES, mas pode servir para avaliar outras instituições de ensino que, dentro da formação administrativa e acadêmica, sejam similares, como fundações, autarquias, centros e escolas de outras esferas públicas ou privadas.

4.2. O MODELO DE MATURIDADE BIM GLOBAL PARA IFES

O desenvolvimento do modelo foi realizado concomitantemente à pesquisa e aprimorado de forma contínua durante sua aplicação, ou seja, os ajustes percebidos como necessários para aperfeiçoar a aferição e avaliação das instituições foram executados, possibilitando o modelo apresentado em formato de matriz (Apêndice D) e posteriormente modelado em planilha de Excel para realização do cálculo automático da pontuação final de cada grupo e dimensão BIM, além de auxiliar na interpretação dos resultados por meio de gráficos representativos.

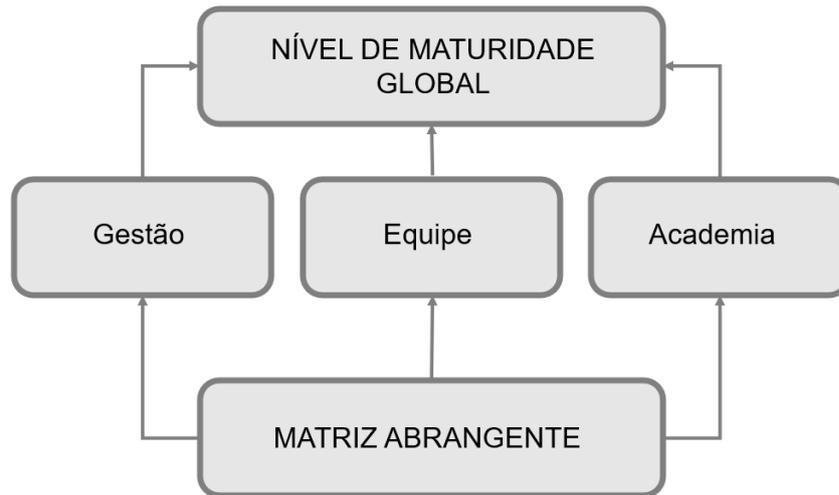
A ideia central foi apresentar uma matriz abrangente que reunisse os aspectos da avaliação de três grupos institucionais, denominados Gestão, Equipe e Academia, para formar o nível de maturidade BIM institucional, com nota única que represente a instituição como um todo, conforme representado no esquema da Figura 4.

A proposta de retornar um nível de maturidade que represente toda a instituição com uma única nota é de apresentar à gestão e aos seus usuários BIM, a importância de uma operação BIM associada e alinhada nos diferentes setores institucionais. Pois, embora algum destes grupos alcance o maior nível de forma isolada, é possível que o nível de maturidade institucional não seja representado por

este valor se existirem outros grupos dentro da mesma instituição que estão em nível inferior.

Assim, a proposta prevê representar o nível de maturidade BIM institucional em uma única nota, corroborando com o aspecto colaborativo, inovador e de criação de uma cultura organizacional com processos bem definidos que o BIM representa.

Figura 4 – Esquema da integração do nível de maturidade BIM proposto.



Fonte: O Autor (2023)

Para classificação dos níveis, o modelo proposto foi dividido em 5 áreas de maturidade (Estratégia, Uso BIM, Processos, Infraestrutura e Pessoal), adaptada da proposta de CIC (2013), esta divisão foi definida para organizar as fases de atuação BIM na instituição avaliada, orientar os focos da investigação e auxiliar a compreensão dos resultados. A divisão segue também a tendência dos modelos existentes, conforme demonstrada na Tabela 1, resumida no Quadro 3 e se divide buscando atender as áreas das atividades e atribuições BIM das IFES.

Quadro 3 – Áreas de maturidade BIM nos modelos de referência

BIM Maturity Model (BIM³)	Tecnologia	Processo	Política	Colaboração	Organização	
Organizational BIM Assessment Profile	Estratégia	Usos BIM	Processo	Informação	Infraestrutura	Pessoal
m²BIM-IES	Política	Tecnologia				

Fonte: O Autor (2023)

O Quadro 4 apresenta as áreas de maturidade adotadas no modelo proposto e o Quadro 5 detalha suas respectivas descrições, também adaptados dos modelos de CIC (2013), Succar (2016), Böes, Barros Neto e Lima (2021).

Quadro 4 – Áreas de maturidade BIM proposta

Área de Maturidade	Descrição
Estratégia	Missão, Visão, Metas e Objetivos, juntamente com o suporte de gestão e Comitê de Planejamento BIM.
Uso BIM	Os métodos específicos de implementação de BIM
Processos	Os meios pelos quais os usos BIM são realizados
Infraestrutura	Sistemas tecnológicos e físicos necessários para o funcionamento do BIM na instituição
Pessoal	Recursos humanos da instituição

Fonte: O Autor (2023)

O modelo inicial utilizado como base para o formato da matriz de maturidade construída neste trabalho foi o *The Organizational BIM Assessment Profile*, proposto por CIC (2013), por apresentar a avaliação para a organização e equipe de projeto de forma aproximada aos requisitos pretendidos neste estudo. Assim, baseado neste modelo foram incluídos, excluídos ou editados critérios na busca de aproximar os dados à realidade organizacional das IFES. Os conteúdos de formação dos níveis e descrição de cada critério de avaliação da maturidade BIM foram também baseados do modelo apresentado por Succar (2010, 2016), buscando representar o máximo das áreas que utilizam BIM nas instituições. Para a avaliação BIM das atividades acadêmicas das IFES, o modelo foi baseado nos critérios apresentados por Böes, Barros Neto e Lima (2021), observando o conteúdo proposto por Checcucci (2014) somadas às contribuições próprias dos autores desta pesquisa, buscando atender ao máximo os aspectos e atividades BIM da academia. Os Quadros 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam em suas últimas colunas as fontes base para construção dos critérios em seus respectivos níveis da matriz proposta.

Por entender que existe a possibilidade de a instituição avaliada não apresentar iniciativas BIM em alguns dos critérios, optou-se por manter os seis níveis propostos por CIC (2013), iniciando pelo nível Inexistente, com pontuação 0 (zero), diferente, por exemplo, de Succar (2016) que apresenta o primeiro nível

como Inicial. Assim, manteve-se os seis níveis para todos os critérios, mesmo nos critérios formulados com base em modelos com menos níveis.

Quadro 5 – Descrições dos critérios do modelo de maturidade proposto.

Critério	Área de Maturidade	Descrição
1	Estratégia	Missão, Visão, Metas e Objetivos, juntamente com o suporte de gestão e Comitê de Planejamento BIM.
1.1	Missão institucional e Metas	A Missão é o propósito fundamental para a existência de uma instituição. As Metas são objetivos específicos que a organização deseja alcançar.
1.2	Visão e Objetivos BIM	Visão é uma imagem do que uma instituição está se esforçando para se tornar. Objetivos são tarefas ou etapas específicas que, quando realizadas, movem a organização em direção a seus objetivos.
1.3	Planejamento BIM	O Comitê de Planejamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia BIM da organização
1.4	Suporte de gestão	Em que nível a gestão apoia o processo de planejamento BIM
2	Uso BIM	Os métodos específicos de implementação de BIM
2.1	Projetos	Os métodos específicos de implementação de BIM em projetos.
2.2	Operacionais	Os métodos específicos de uso de BIM dentro da organização para Operação e Manutenção.
2.3	Ensino	A aplicação do BIM no ensino
2.4	Pesquisa	A aplicação do BIM na pesquisa
2.5	Extensão	A aplicação do BIM na extensão
3	Processo	Os meios pelos quais os usos BIM são realizados
3.1	Processos de Projeto	A documentação dos Processos BIM do Projeto Externo
3.2	Processos Organizacionais	A documentação dos Processos BIM Institucionais Internos
3.3	Entregáveis	Com relação aos modelos BIM desenvolvidos ou adquiridos pela instituição. Para a avaliação da academia, considerar o nível de detalhamento ensinado.
4	Infraestrutura	Sistemas tecnológicos e físicos necessários para o funcionamento do BIM na instituição
4.1	Software	Programas e outras informações operacionais usadas por um computador para executar o BIM.
4.2	Hardware	Interconexões físicas e dispositivos necessários para armazenar e executar software BIM.
4.3	Redes	Infraestrutura de rede para compartilhamento de dados e conhecimento entre os usuários BIM e as partes interessadas no processo.
4.4	Espaços Físicos	Áreas funcionais dentro de uma instalação usadas para implementar corretamente o BIM dentro da instituição.
5	Pessoal	Recursos humanos da instituição
5.1	Atividades	Como se definem as atividades e funções de cada ator BIM na instituição.
5.2	Hierarquia Institucional	Um arranjo de pessoal e grupo em grupos funcionais dentro da organização
5.3	Treinamento	Treinar é ensinar de forma a torná-lo apto, qualificado ou proficiente em uma tarefa ou processo específico
5.4	Preparação para mudanças	A vontade e o estado de preparação de uma organização para integrar o BIM

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 6 – Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Estratégia.

Critério	Área de Maturidade	Nível de Maturidade						Baseado em:
		Inexistente	Inicial	Gerenciado	Definido	Qualificado	Otimizado	
1	Estratégia							
1.1	Missão institucional e Metas	Não há missão ou objetivos institucionais definidos	Há uma missão institucional básica estabelecida	Há um documento formal que estabelece a missão e os objetivos institucionais básicos	Existe um documento formal bem definido com a missão, abordando o propósito, serviços e valores (no mínimo)	No documento de missão as metas são específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunas	A missão e metas são regularmente revisadas, mantidas e atualizadas (conforme necessário). Há um acompanhamento e mensuração das metas atingidas.	(CIC, 2013)
1.2	Visão e Objetivos BIM	Nenhuma visão ou objetivos BIM definidos	Visão BIM básica é estabelecida	Objetivos BIM básicos estabelecidos	Visão BIM aborda missão, estratégia e cultura	Os objetivos do BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunos	Visão e objetivos são regularmente revisados, mantidos e atualizados (conforme necessário)	(CIC, 2013)
1.3	Planejamento BIM	Nenhum Comitê de Planejamento BIM estabelecido	Pequeno Comitê <i>Ad-hoc</i> apenas com os interessados em BIM	O Comitê BIM é formalizado, mas não inclui todas os setores institucionais que operam BIM	Comitê multidisciplinar de planejamento BIM estabelecido com membros de todos os setores institucionais que utilizam o BIM	O Comitê de Planejamento inclui membros de todos os níveis da instituição, incluindo a alta administração	As decisões de planejamento BIM são integradas ao planejamento estratégico organizacional	(CIC, 2013)
1.4	Suporte de gestão	Sem suporte de gestão	Suporte limitado para estudo de viabilidade	Suporte total para implementação BIM com algum comprometimento de recursos	Suporte total para implementação BIM com comprometimento de recursos apropriado	Suporte limitado para esforços contínuos com um orçamento limitado	Suporte total de esforços contínuos	(CIC, 2013)

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 7 – Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Uso BIM.

Critério	Área de Maturidade	Nível de Maturidade						Baseado em:
		Inexistente	Inicial	Gerenciado	Definido	Qualificado	Otimizado	
2	Uso BIM							
2.1		Nenhum Projetos uso BIM para projetos identificados.	Requisitos mínimos de BIM como proprietário (quando contrata empresa para fazer o projeto), ou seja, apenas utiliza as ferramentas para acompanhar a execução do projeto em BIM.	Usos mínimos de BIM necessários para execução dos projetos.	Uso extensivo de BIM com compartilhament o limitado entre as partes.	Uso extensivo do BIM com bom compartilhament o entre as partes na fase do projeto.	Compartilhamento aberto de dados BIM em todas as partes e fases do projeto.	(CIC, 2013)
2.2	Operacionais	Nenhum uso BIM para operações identificado.	Modelo BIM de registro (<i>as-built</i>) recebido pelas operações de alguma edificação da instituição.	Registro de dados BIM importados ou referenciados para usos operacionais de todas as edificações.	Dados BIM mantidos manualmente para usos operacionais de todas as edificações da instituição.	Os dados BIM são integrados diretamente aos sistemas operacionais de toda infraestrutura da instituição.	Dados BIM de toda infraestrutura da instituição mantidos com sistemas operacionais em tempo real.	(CIC, 2013)
2.3	Ensino	Em nenhum componente curricular é apresentado o BIM	Há a apresentação do BIM, mas depende da iniciativa do docente ou disciplina eletiva	O BIM é apresentado formalmente em alguns componentes curriculares obrigatórios	O BIM é apresentado em todos os componentes curriculares que tratam da modelagem ou gerenciamento de projetos	O BIM é institucionalment e incentivado e contextualizado em todo o processo formativo de ensino	O BIM é formalizado no projeto pedagógico como essencial ao processo de ensino e o modelo curricular é continuamente atualizado para acompanhar as tendências tecnológicas	(BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021)

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 7b – Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Uso BIM (continuação).

Critério	Área de Maturidade	Nível de Maturidade						Baseado em:
		Inexistente	Inicial	Gerenciado	Definido	Qualificado	Otimizado	
2	Uso BIM							
2.4	Pesquisa	Nenhuma iniciativa BIM formalizada na pesquisa científica acadêmica	Há pouca pesquisa científica em BIM, mas de iniciativas pontuais	Há pesquisa científica em BIM de iniciativas pontuais com publicações esporádicas, sem uma periodicidade, voltada para eventos internos da IES.	Há pesquisa BIM, por entenderem a sua importância, com publicações esporádicas, sem periodicidade, com alcance em congressos regionais e nacionais.	Há pesquisa BIM muito bem explorada, com publicações planejadas e de alcance em congressos regionais e nacionais, e periódicos nacionais.	Há pesquisa BIM muito bem explorada na instituição com publicações planejadas com alcance em periódicos internacionais.	(BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021)
2.5	Extensão	Nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica	Há pouca atividade de extensão acadêmica em BIM, mas de iniciativas pontuais sem formalização junto a IES.	Há atividade de extensão acadêmica em BIM de iniciativas pontuais com formalização junto a IES.	Há continuamente atividade de extensão acadêmica em BIM com formalização junto a IES.	Há continuamente atividade de extensão acadêmica em BIM com formalização junto a IES e estas ações são permanentemente e avaliadas e atualizadas.	Há continuamente atividade de extensão acadêmica em BIM com formalização junto a IES e estas ações seguem a previsão do planejamento estratégico.	(BÖES; BARROS NETO; LIMA, 2021)

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 8 – Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Processos.

Critério	Área de Maturidade	Nível de Maturidade						Baseado em:
		Inexistente	Inicial	Gerenciado	Definido	Qualificado	Otimizado	
3	Processos							
3.1	Processos de Projeto	Nenhum processo BIM de projeto externo documentado	Processo BIM de alto nível documentado para cada parte	Processo BIM integrado de alto nível documentado	Processo BIM detalhado documentado para usos BIM primários	Processo BIM detalhado documentado para todos os usos BIM	Processo BIM detalhado documentado e regularmente mantido e atualizado	(CIC, 2013)
3.2	Processos Organizacionais	Nenhum processo BIM institucional interno documentado	Processo BIM de alto nível documentado para cada unidade operacional	Processo institucional integrado de alto nível documentado	Processo BIM detalhado documentado para usos institucionais primários	Processo BIM detalhado documentado para todos os usos BIM	Processo BIM detalhado documentado e regularmente mantido e atualizado	(CIC, 2013)
3.3	Entregáveis	Os modelos 3D, quando feitos, são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D	Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D	Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos	Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações, estudos analíticos e apresentam dados importantes para operação e manutenção	O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos da instituição	Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis	(SUCCAR, 2016)

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 9 – Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Infraestrutura.

Critério	Área de Maturidade	Nível de Maturidade						Baseado em:
		Inexistente	Inicial	Gerenciado	Definido	Qualificado	Otimizado	
4	Infraestrutura							
4.1	Software	Sem software BIM.	Possui software capaz de aceitar dados BIM, mas não é regulamentado ou padronizado pela instituição.	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da instituição.	Sistemas de software BIM avançados, gerenciados e controlados para cada tipo de serviço a ser utilizado.	Todos os sistemas de software BIM disponíveis para todo o pessoal. A implantação dos softwares segue requisitos estratégicos para implantação.	Política de atualização contínua de sistemas de software BIM estabelecida, sempre atendendo as demandas tecnológicas e objetivos estratégicos.	(CIC, 2013) e (SUCCAR, 2016)
4.2	Hardware	Nenhum hardware capaz de executar software BIM.	Algum hardware capaz de executar software BIM básico.	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da instituição.	Alguns sistemas de hardware avançados com a organização.	Todo o hardware da organização é capaz de executar software BIM avançado.	Programa estabelecido para atualização contínua de sistemas de hardware BIM.	(CIC, 2013) e (SUCCAR, 2016)
4.3	Redes	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias.	Equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento são geridas através de plataformas comuns.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas.	(SUCCAR, 2016)
4.4	Espaços Físicos	Sem espaço BIM dedicado.	Estação de trabalho única para visualização de dados BIM.	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da organização.	Sala BIM para colaboração com capacidade de visualização em tela grande.	Vários espaços de trabalho colaborativos dentro do espaço de trabalho regular.	Programa estabelecido para atualização contínua dos espaços BIM.	(CIC, 2013)

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 10 – Matriz de maturidade proposta com respectiva fonte base – Pessoal.

Critério	Área de Maturidade	Nível de Maturidade						Baseado em:
		Inexistente	Inicial	Gerenciado	Definido	Qualificado	Otimizado	
5	Pessoal							
5.1	Atividades	As funções são ambíguas e as estruturas das equipes são inconsistentes. Não há como prever a produtividade, pois depende do heroísmo individual	As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A produtividade ainda é indefinida	As funções BIM são definidas e há um planejamento e comunicação transversal para as atividades BIM dentro da instituição, iniciando uma cooperação interna	A colaboração transversal é institucionalizada e há uma ferramenta para este fim. O fluxo de informação é estabilizado. As funções BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma consistente	As atividades a serem executadas seguem os valores institucionais. A produtividade é consistente e previsível	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para acompanhar os avanços tecnológicos e alinhar com a estratégia institucional	(CIC, 2013) e (SUCCAR, 2016)
5.2	Hierarquia Institucional	Hierarquia organizacional não aborda BIM	Campeão BIM fora da hierarquia institucional típica	Pequena equipe de implementação de BIM fora da hierarquia típica da instituição	Grande grupo interdisciplinar BIM criado	Campeão BIM definido dentro de cada setor institucional	A equipe de implementação do BIM apoia o uso do BIM nos setores institucionais	(CIC, 2013)
5.3	Treinamento	Nenhum programa de treinamento	Programa de treinamento executado por fornecedores - apenas para o pessoal necessário	Programa de treinamento interno para todo o pessoal que pode interagir com o BIM	Programas de treinamento regularmente conduzidos e de rotina	Programa de treinamento sob demanda estabelecido para a organização	O treinamento é aparentemente melhorado por meio de lições aprendidas dentro da organização	(CIC, 2013)
5.4	Preparação para mudanças	Ainda é preciso conscientizar e convencer sobre a necessidade de mudança	Necessidade estabelecida para BIM pela instituição. Parte da comunidade compra a ideia de implantação do BIM.	Compromisso da alta administração	Alta administração e parte da comunidade institucional já comprou a ideia	Todos os indivíduos aderem	A vontade de mudar faz parte da cultura da organização	(CIC, 2013)

Fonte: O Autor (2023)

A proposta inicial de coleta de dados foi construída na forma de questionários baseados nos modelos de maturidade existentes na literatura. O Quadro 11 apresenta o vínculo das questões aplicadas com as pontuações atribuídas nas instituições pesquisadas.

Os questionários, apresentados nos Apêndices A, B e C, foram elaborados a partir das matrizes dos modelos de maturidade de referência. O questionário aplicado para o grupo Academia, foi exatamente o modelo de questionário proposto por Böes, Barros Neto e Lima (2021).

Como a abordagem metodológica aconteceu de maneira iterativa, conforme apresentado na metodologia, algumas etapas foram ajustadas de concomitantemente à prototipação, isto permitiu a atualização de base de dados para preenchimento da matriz. Então, tanto a necessidade de buscar fontes de dados alternativas, bem como de desprezar algumas respostas foram percebidas e executadas, de acordo com o fechamento do modelo proposto. O detalhamento dos itens que foram utilizados como fontes pode ser melhor entendido no Quadro 11.

Por conta da baixa adesão de respostas aos questionários, para o preenchimento da matriz de maturidade BIM desenvolvida e consequente aferição do nível de maturidade BIM das instituições, as informações foram complementadas pelos pesquisadores deste trabalho por meio dos documentos públicos disponíveis (planejamento estratégico, projetos pedagógicos dos cursos, cartas de serviços, portarias, organogramas, etc.) e ações executadas (projetos de pesquisa e extensão, planos de disciplinas, planos de capacitação, etc.). Esta foi a outra parte da coleta de dados realizada.

É importante destacar que as respostas recolhidas foram consideradas da forma que foram enviadas para o cálculo da maturidade das instituições pesquisadas, sem qualquer tipo de auditoria ou conferência com a realidade institucional. Ou seja, as informações apresentadas foram baseadas, dentro do limite que foram utilizadas, na experiência e perspectiva dos respondentes.

Após as atualizações e adequações que definiram a matriz de maturidade final, alguns dos critérios necessitaram de pesquisa em documentos institucionais e observações nas organizações pesquisadas, uma vez que os questionários submetidos aos servidores das instituições, se utilizados de forma isolada, seriam insuficientes para obtenção dos resultados desejados para o modelo proposto. As fontes utilizadas para obtenção da pontuação de cada critério também estão

apresentadas no Quadro 11. Por exemplo, foram observados documentos como Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e Plano Estratégico Institucional (PEI), dentro de cada contexto institucional. Os Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) serviram como fonte dos conteúdos abordados nas disciplinas que podem envolver o BIM. Ações institucionais realizadas com temática BIM também foram consideradas para a validação de critérios de pontuação para a academia, como o acontecimento de eventos e seminários BIM.

Para a obtenção do nível de maturidade BIM no modelo desenvolvido, a matriz foi preenchida em três colunas que representam os grupos BIM definidos da instituição: Gestão, Equipe e Academia. Estes três grupos, foram assim nomeados para facilitar a compreensão das atribuições institucionais de forma individualizada. A opção de pontuação em cada critério deve ser sempre definida de forma que a sua descrição corresponda ao que mais represente a realidade da instituição avaliada.

Alguns critérios não são aplicáveis aos três grupos. Isso ocorre pelo fato de não haver, naquele critério, atividade BIM a ser avaliada no respectivo grupo, assim foram retiradas do cálculo da maturidade. Os critérios 2.1, 2.2, 3.1 e 3.2 não se aplicam a Academia, pois inexistem nas atividades deste grupo atribuições que cooperem com este critério. Por motivo análogo, os critérios de Uso BIM com Ensino, Pesquisa e Extensão (critérios 2.3, 2.4 e 2.5) são avaliados apenas pelo grupo Academia. O critério 5.3 não é avaliado o grupo Academia por se entender que não há responsabilidade ou viabilidade da instituição promover capacitação específica para a categoria docente, que tem um corpo técnico variado e com áreas específicas independentes, sendo este servidor livre para escolha do tema de seus estudos e pesquisas.

Quadro 11 – Base de dados utilizada para avaliação das instituições em cada critério.

Critério	Área de Maturidade	Base de dados utilizada para pontuação		
		Gestão	Equipe	Academia
1	Estratégia			
1.1	Missão institucional e Metas	Apêndice A, Questão 1 e PDI.	Apêndice A, Questão 1.	Documentos institucionais (PDI ¹ , PEI ² , PPC ³ dos cursos AEC).
1.2	Visão e Objetivos BIM	Apêndice A, Questão 2.	Apêndice B, Questão 7.	Documentos institucionais (PDI, PEI, PPCs dos cursos AEC).
1.3	Planejamento BIM	Apêndice A, Questão 5.	Apêndice A, Questão 5.	Apêndice C, Questões 7 e 8 e/ou portarias institucionais.
1.4	Suporte de gestão	Apêndice A, Questão 3.	Apêndice A, Questão 3.	Apêndice C, Questões 17 a 21.
2	Uso BIM			
2.1	Projetos	Apêndice A, Questão 6.	Apêndice B, Questão 9.	Não se aplica.
2.2	Operacionais	Apêndice A, Questão 7.	Apêndice A, Questão 7.	Não se aplica.
2.3	Ensino	Não se aplica.	Não se aplica.	Apêndice C, Questão 23.
2.4	Pesquisa	Não se aplica.	Não se aplica.	Apêndice C, Questões 27, 30, 31. Número e tipo de publicações.
2.5	Extensão	Não se aplica.	Não se aplica.	Questões 28 e 29. Número e tipo de trabalhos.
3	Processo			
3.1	Processos de Projeto	Apêndice B, Questão 6.	Apêndice B, Questão 6.	Não se aplica.
3.2	Processos Organizacionais	Apêndice B, Questão 4.2.	Apêndice B, Questão 4.2.	Não se aplica.
3.3	Entregáveis	Apêndice B, Questão 1.2.	Apêndice B, Questão 1.2.	Apêndice C, Questão 23 e PPC dos cursos AEC.
4	Infraestrutura			
4.1	Software	Apêndice A, Questão 8.	Apêndice B, Questão 1.1.	Apêndice C, Questões 37 a 41.
4.2	Hardware	Apêndice A, Questão 9.	Apêndice B, Questão 2.	Apêndice C, Questões 37 a 43.
4.3	Redes	Apêndice B, Questão 3.	Apêndice B, Questão 3.	Apêndice C, Questões 37 a 43.
4.4	Espaços Físicos	Apêndice A, Questão 10.	Apêndice B, Questão 4.	Observação dos espaços (salas de aula e laboratórios).
5	Pessoal			
5.1	Atividades	Apêndice A, Questão 11.	Apêndice A, Questão 4.	Organograma e cartas de serviços institucionais.
5.2	Hierarquia Institucional	Apêndice A, Questão 12.	Apêndice B, Questão 5.	Organograma institucional.
5.3	Treinamento	Apêndice A, Questões 13, 14 e 15.	Apêndice B, Questão 8.	Não se aplica.
5.4	Preparação para mudanças	Apêndice A, Questão 16.	Apêndice A, Questão 16.	Observação das ações institucionais em BIM.

Notas: ¹PDI – Plano de Desenvolvimento Institucional; ²PEI – Plano Estratégico Institucional; ³PPC – Projeto Pedagógico de Curso.

Fonte: O Autor (2023)

Ao finalizar a avaliação dos 20 critérios, a pontuação final de maturidade BIM da instituição pode ser observada para cada dimensão BIM que se dividiu a matriz: Estratégia, Uso BIM, Processo, Infraestrutura e Pessoal. As notas são calculadas por meio da média das pontuações dos itens que foram avaliados, conforme apresentado no Apêndice E.

O resultado numérico do Nível de Maturidade Global da IFES (M), dado pela Equação 22 (Apêndice E), deve estar no intervalo de zero a cinco e, quando arredondado para número inteiro, possibilita a atribuição de um dos seis níveis de maturidade à instituição avaliada, podendo ser: Inexistente, Inicial, Gerenciado, Definido, Qualificado ou Otimizado, de acordo com o Quadro 12.

Quadro 12 – Correspondência do Nível de Maturidade e pontuação.

Nível de Maturidade Global da IFES	
Inexistente	0
Inicial	1
Gerenciado	2
Definido	3
Qualificado	4
Otimizado	5

Fonte: O Autor (2023)

A Figura 5 apresenta um recorte da matriz com a finalidade de exemplificar a avaliação de maturidade BIM com o modelo lançado no Microsoft Excel, para melhor compreensão de como é realizado o lançamento dos pontos na ferramenta desenvolvida. Na planilha, os dados de entrada são apenas uma nota por critério para cada um dos três grupos institucionais. Esses valores, de 0 a 5, devem ser digitados nas três últimas colunas da matriz, que representam as notas do grupo (coluna) em cada critério (linha).

Por fim, a planilha retorna a nota final e o nível de maturidade da instituição avaliada. A ferramenta apresenta também quadros com resumo das pontuações por critério e área e gráficos do tipo radar, que permitem ao usuário do modelo realizar uma análise crítica dos dados e comparação entre as áreas BIM da instituição.

Figura 5 – Recorte exemplificativo da matriz de maturidade desenvolvida.

Área de Maturidade	Nível de Maturidade									
	Strategy	Inexistente 0	Inicial 1	Gerenciado 2	Definido 3	Quantificado 4	Otimizado 5	Gestão	Equipe	Academia
Missão institucional e Metas	Não há missão ou objetivos institucionais definidos	Há uma missão institucional básica estabelecida	Há um documento formal que estabelece a missão e os objetivos institucionais básicos	Existe um documento formal bem definido com a missão, abordando o propósito, serviços e valores (no mínimo)	3 3 3	No documento de missão as metas são específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunas	A missão e metas são regularmente revisadas, mantidas e atualizadas (conforme necessário). Há um acompanhamento e mensuração das metas atingidas.	3	3	3
Visão e Objetivos BIM	Nenhuma visão ou objetivos BIM definidos	Visão BIM básica é estabelecida	Objetivos BIM básicos estabelecidos	Visão BIM aborda missão, estratégia e cultura	3 3 3	Os objetivos do BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunos	Visão e objetivos são regularmente revisados, mantidos e atualizados (conforme necessário)	3	3	3
Planejamento BIM	Nenhum Comitê de Planejamento BIM estabelecido	Pequeno Comitê Ad-hoc apenas com os interessados em BIM	O Comitê BIM é formalizado, mas não inclui todas os setores institucionais que operam BIM	Comitê multidisciplinar de planejamento BIM estabelecido com membros de todos os setores institucionais que utilizam o BIM		O Comitê de Planejamento inclui membros de todos os níveis da instituição, incluindo a alta administração	As decisões de planejamento BIM são integradas ao planejamento estratégico organizacional	0	1	1
Suporte de gestão	Sem suporte de gestão	Suporte limitado para estudo de viabilidade	Suporte total para implementação BIM com algum comprometimento de recursos	Suporte total para implementação BIM com comprometimento de recursos apropriado	2 2 2	Suporte limitado para esforços contínuos com um orçamento limitado	Suporte total de esforços contínuos	2	2	2
BIM uses	Inexistente 0	Inicial 1	Gerenciado 2	Definido 3	Quantificado 4	Otimizado 5	Gestão	Equipe	Academia	
Projetos	Nenhum uso BIM para projetos identificados.	Requisitos mínimos de BIM como proprietário (quando contrata empresa para fazer o projeto), ou seja, apenas utiliza as ferramentas para acompanhar a execução do projeto em BIM.	Usos mínimos de BIM necessários para execução dos projetos.	Uso extensivo de BIM com compartilhamento limitado entre as partes.		Uso extensivo do BIM com bom compartilhamento entre as partes na fase do projeto.	Compartilhamento aberto de dados BIM em todas as partes e fases do projeto.	1	1	-
Operacionais	Nenhum uso BIM para operações identificado.	Modelo BIM de registro (as-built) recebido pelas operações de alguma edificação da instituição.	Registro de dados BIM importados ou referenciados para usos operacionais de todas as edificações.	Dados BIM mantidos manualmente para usos operacionais de todas as edificações da instituição.		Os dados BIM são integrados diretamente aos sistemas operacionais de toda infraestrutura da instituição.	Dados BIM de toda infraestrutura da instituição mantidos com sistemas operacionais em tempo real.	1	1	-
Ensino	Em nenhum componente curricular é apresentado o BIM	Há a apresentação do BIM mas depende da iniciativa do docente ou disciplina eletiva	O BIM é apresentado formalmente em alguns componentes curriculares obrigatórios	O BIM é apresentado em todos os componentes curriculares que tratam da modelagem ou gerenciamento de projetos	2	O BIM é institucionalmente incentivado e contextualizado em todo o processo formativo de ensino	O BIM é formalizado no projeto pedagógico como essencial ao processo de ensino e o modelo curricular é continuamente atualizado para acompanhar as tendências tecnológicas	-	-	2

Fonte: O Autor (2023)

A divisão da classificação em 6 níveis de maturidade, do inexistente ao otimizado, foi baseado no modelo proposto por (CIC, 2013) e as definições de cada nível foram descritas conforme apresentadas no documento de Succar (2016), onde as principais características BIM institucionais que se encontram em cada nível devem se aproximar do que é descrito a seguir:

- Inexistente – Não existem iniciativas BIM dentro da instituição e as lideranças ainda não encaminharam os pontos para sua implantação;
- Inicial – O processo BIM é realizado sem qualquer tipo de liderança e a sua implementação ainda depende de decisão individual. Cada projeto é executado de forma independente, utilizando ou não o BIM;
- Gerenciado - Existe uma formalização na liderança do processo BIM e a sua implementação já conta com definição dos papéis de cada responsável. Os projetos e atividades apresentam elementos de desenvolvimento em BIM, mesmo que por iniciativas pontuais;
- Definido - As funções do processo BIM estão bem definidas e integradas com a equipe responsável pela implementação. Existem etapas definidas e documentadas para colaboração entre os participantes dos projetos e atividades. Os dados BIM estão disponíveis através de repositórios centrais altamente acessíveis e pesquisáveis;
- Qualificado - As funções do processo BIM estão presentes nas estruturas de liderança da organização. Os projetos e atividades BIM são colaborativos e realizados por equipes de projeto multidisciplinar;
- Otimizado – As funções de liderança do processo BIM estão em constante atualização para permitir a aplicação de novas tecnologias, processos e resultados, fazendo com que a instituição se beneficie da inovação e alcance os alvos de alto desempenho.

4.3 AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DAS INSTITUIÇÕES

Como exposto no capítulo de método, com base na matriz de maturidade inicialmente proposta, foram elaborados formulários digitais (Apêndices A, B e C) para coleta dos dados que possibilitasse aos potenciais usuários de BIM dentro da instituição responderem sobre questões essenciais para a avaliação da maturidade BIM. Além disso, os dados foram complementados pelas pesquisas documentais,

dando base ao preenchimento das matrizes de maturidade para cada instituição. Os resultados obtidos serão apresentados de forma detalhada, analisados e discutidos ao decorrer deste tópico.

4.3.1 Universidade Federal de Pernambuco

Durante a coleta de dados para a pesquisa de aferição da maturidade BIM na UFPE foram enviados os questionários aos servidores (Apêndices A, B e C) de cada grupo conforme detalhado na Tabela 4. O número de respostas recebidas também está apresentado, seguido do respectivo percentual.

Tabela 4 – Detalhamento das respostas recebidas.

Grupo	Número de questionários enviados	Número de respostas	Percentual de respostas recebidas
Equipe	80	8	10%
Gestão	6	1	17%
Academia	2	1	50%

Fonte: O Autor (2023)

Embora os questionários fossem reenviados semanalmente durante um período de três meses, nota-se que a adesão voluntária ao envio das respostas ao questionário foi baixa. Apenas 10% dos servidores que estão lotados na SINFRA responderam ao questionário referente ao grupo Equipe. Apenas um dos gestores, dentre os seis, enviou resposta ao questionário e um, dos dois coordenadores de curso que receberam a pesquisa, respondeu.

Dentre os membros da equipe da SINFRA que responderam ao questionário voluntariamente estão servidores com cargos de administrador(a), assistente em administração, engenheiro(a) civil, arquiteto(a) e urbanista e técnico(a) em edificações.

O questionário, quando respondido por servidor sem atribuição direta com alguma atividade BIM, recebeu massivamente a resposta com a opção “não sei responder”, incluída justamente para dispensar suas respostas na avaliação. Do total das respostas recebidas do grupo Equipe, duas foram desprezadas por este motivo.

Apesar de o questionário enviado para a coordenação de Arquitetura e Urbanismo da UFPE não ter sido respondido, alguns aspectos da avaliação BIM

deste ambiente puderam ser considerados com base no trabalho desenvolvido por Griz, Andrade e Neri (2022). Na pesquisa, os autores apresentam uma avaliação da maturidade do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPE por meio da aplicação do modelo proposto por Böes, Barros Neto e Lima (2021). Esta avaliação se diferencia da atual proposta justamente por avaliar um curso dentro da instituição de forma isolada, mas representa aspectos importantes de parte do grupo academia, revelando em seus resultados números BIM da coordenação de Arquitetura e Urbanismo, como número de publicações, alunos capacitados em BIM, e aspectos de tecnologias e usos BIM, por exemplo.

Com base nas respostas obtidas pelos questionários aplicados e na análise dos documentos institucionais, foram inseridos os valores obtidos pelas respostas na matriz desenvolvida para o cálculo da maturidade BIM, conforme exemplificado na Tabela 5. A matriz preenchida com as respostas obtidas para o cálculo da maturidade BIM da UFPE, com preenchimento completo, está disponível no Apêndice E.

O nível de maturidade BIM calculado para a UFPE está resumido na Tabela 5. A Matriz desenvolvida apresenta a subdivisão das áreas de maturidade BIM, sendo Estratégia, Uso BIM, Processo, Infraestrutura e Pessoal. Pela Tabela 5, nota-se que as maiores pontuações obtidas pela UFPE estão na área de maturidade BIM de “Infraestrutura”, onde pontuou entre 50 e 55 por cento. As menores pontuações foram para a área “Uso BIM” nos grupos de gestão e equipe, que ficaram com apenas 20%.

Tabela 5 – Resumo da Maturidade BIM da UFPE em cada área.

Área de Maturidade BIM	Nível de Maturidade (%)		
	Gestão	Equipe	Academia
Estratégia	40	45	45
Uso BIM	20	20	53,3
Processo	40	40	60
Infraestrutura	50	50	55
Pessoal	40	40	46,7

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 6 – Resultados da maturidade BIM da UFPE.

Área BIM	Gestão	Equipe	Academia	Maturidade Global (%)	Nível de Maturidade	Maturidade BIM
Estratégia	40	45	45	43,33	2	Gerenciado
Missão institucional e Metas	60	60	60	60,00	3	Definido
Visão e Objetivos BIM	60	60	60	60,00	3	Definido
Planejamento BIM	0	20	20	13,33	1	Inicial
Suporte de gestão	40	40	40	40,00	2	Gerenciado
Uso BIM	20	20	53,3	31,11	2	Gerenciado
Projetos Operacionais	20	20	-	20,00	1	Inicial
Ensino	-	-	40	40,00	2	Gerenciado
Pesquisa	-	-	80	80,00	4	Qualificado
Extensão	-	-	40	40,00	2	Gerenciado
Processo	40,00	40,00	60	46,67	2	Gerenciado
Processos de Projeto	40	40	-	40,00	2	Gerenciado
Processos Organizacionais	40	40	-	40,00	2	Gerenciado
Entregáveis	40	40	60	46,67	2	Gerenciado
Infraestrutura	50	50	55	51,67	3	Definido
Software	40	40	80	53,33	3	Definido
Hardware	60	60	60	60,00	3	Definido
Redes	60	60	40	53,33	3	Definido
Espaços Físicos	40	40	40	40,00	2	Gerenciado
Pessoal	40	40	46,67	42,22	2	Gerenciado
Atividades	40	40	40	40,00	2	Gerenciado
Hierarquia Institucional	40	40	40	40,00	2	Gerenciado
Treinamento	20	20	-	20,00	1	Inicial
Preparação para mudanças	60	60	60	60,00	3	Definido
Nível de Maturidade BIM Global				35,83	2	Gerenciado

Fonte: O Autor (2023)

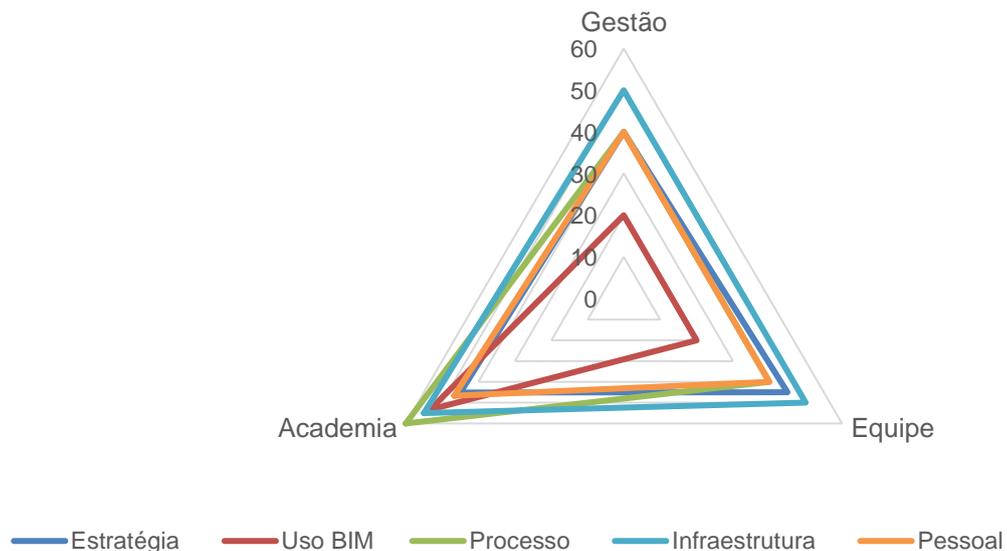
Fonte: O Autor (2023)

Tabela 6 apresenta de forma mais detalhada quais níveis cada área de maturidade BIM alcançou. Nele, é possível observar que a área de maturidade “Infraestrutura” alcança o maior valor para a instituição, apresentando o nível de maturidade Definido (nível 3). Este valor é elevado pelos quesitos de software na academia, e hardware e redes para os três grupos, onde alcançaram médias acima dos 53%. Embora ainda tenha onde evoluir, é a área que mais está avançada no requisito BIM dentro da instituição. Pode-se dizer que a infraestrutura da instituição atende os requisitos básicos em BIM de maneira satisfatória.

Observando o gráfico da Figura 6 é possível perceber que a UFPE tem a menor pontuação na área de Uso BIM, embora haja uma distorção positiva na pontuação da academia, corroborando com a análise da Fonte: O Autor (2023)

Tabela 6.

Figura 6 – Gráfico da maturidade por área BIM na UFPE.



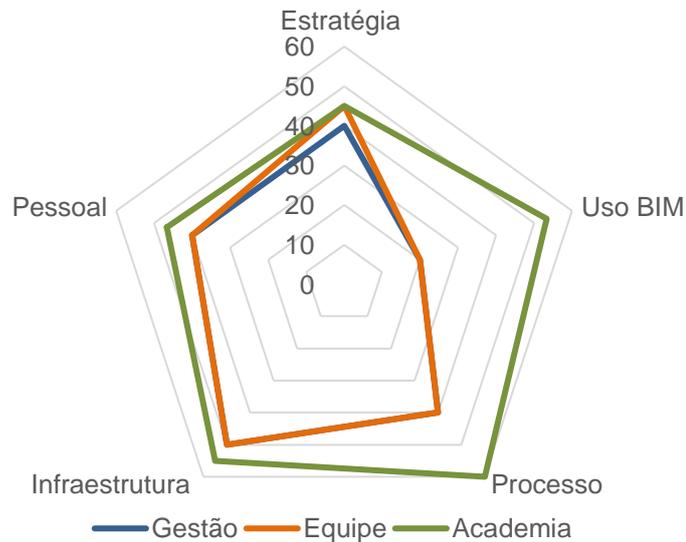
Fonte: O Autor (2023)

Ainda analisando a Figura 6, nota-se que as demais áreas BIM seguem uma relativa uniformidade no valor da maturidade BIM nos três grupos institucionais, com um sutil destaque para a área de infraestrutura.

A Figura 7 apresenta a maturidade BIM da UFPE de forma separada por grupo, este gráfico permite uma análise para entender qual dos três grupos

institucionais apresenta melhor desempenho BIM e por ele é possível perceber que a academia, na UFPE, recebeu as melhores notas.

Figura 7 – Gráfico da Maturidade BIM por grupo na UFPE.

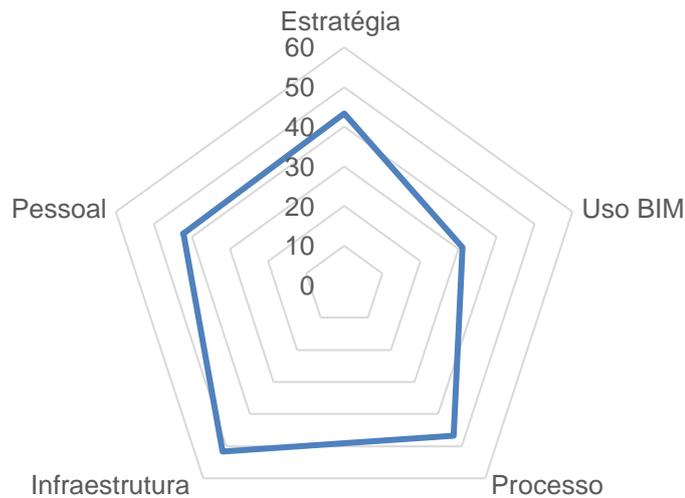


Fonte: O Autor (2023)

A Figura 7 apresenta a maturidade BIM da UFPE de forma separada por grupo, este gráfico permite uma análise para entender qual dos três grupos institucionais apresenta melhor desempenho BIM e por ele é possível perceber que a academia, na UFPE, recebeu as melhores notas.

A Figura 8 representa a média dos níveis de maturidade BIM da UFPE nas cinco áreas avaliadas pela matriz. É possível observar, pelo formato do gráfico, que há uma relativa uniformidade na maturidade BIM entre as áreas avaliadas.

Figura 8 – Gráfico da maturidade BIM na UFPE.



Fonte: O Autor (2023)

A avaliação da maturidade BIM da UFPE por meio do Modelo desenvolvido permite afirmar que a instituição mantém um nível de maturidade relativamente uniforme dentro da instituição, quando se consideram os grupos de gestão, equipe e academia. Além disto, todas as áreas BIM alcançam níveis de maturidade aproximados dentro da Universidade.

A Universidade Federal de Pernambuco alcançou o nível de maturidade BIM Gerenciado, com 35,83%. Há que se destacar o alcance do melhor desempenho na área específica de Infraestrutura, com 51,67%. Há também o menor desempenho na área de Uso BIM, com 31,11% da pontuação máxima.

No geral, a UFPE tem um desempenho onde, pelas características da avaliação, existe uma formalização na liderança do processo BIM e a sua implementação já conta com definição dos papéis de cada responsável. Os projetos e atividades apresentam elementos de desenvolvimento em BIM, mesmo que realizadas por iniciativas pontuais.

4.3.2 Instituto Federal do Sertão Pernambucano

A coleta de dados para a pesquisa de aferição da maturidade BIM no IFSertãoPE foi realizada por meio de questionários que foram enviados aos servidores (Apêndices A, B e C) de cada grupo conforme detalhado na Tabela 7. O número de respostas recebidas está apresentado, seguido do respectivo percentual.

Tabela 7 – Detalhamento das respostas recebidas.

Grupo	Número de questionários enviados	Número de respostas	Percentual de respostas recebidas
Equipe	8	7	88%
Gestão	1	1	100%
Academia	6	1	17%

Fonte: O Autor (2023)

Pelo pequeno tamanho da equipe, que conta com 8 servidores, foi possível chegar a uma adesão de 88% de respondentes. O único gestor entrevistado também garantiu a totalidade de respostas. Apenas um dos coordenadores de curso enviou as respostas. Afere-se, portanto, que esta análise isolada não consegue contemplar toda a visão dos coordenadores dos cursos técnicos da instituição e a formação dos profissionais técnicos, agentes importantes na evolução da maturidade BIM.

Após a inclusão dos dados de maturidade coletados na pesquisa, por meio dos questionários e documentos institucionais analisados, obteve-se os níveis de maturidades apresentados no Tabela 8.

Tabela 8 – Resumo da Maturidade BIM no IFSertãoPE em cada área.

Área de Maturidade BIM	Nível de Maturidade (%)		
	Gestão	Equipe	Academia
Estratégia	40	45	45
Uso BIM	20	20	40,0
Processo	6,7	6,7	40
Infraestrutura	30	30	15
Pessoal	5	10	6,7

Fonte: O Autor (2023)

A Tabela 8 apresenta um resumo da maturidade BIM nas cinco áreas definidas pela Matriz de Maturidade BIM desenvolvida. Os números apresentados representam o percentual alcançado para o nível máximo de maturidade. É possível perceber, por exemplo, que a maturidade em Estratégia do IFSertãoPE alcança os maiores valores (entre 40% e 45%), enquanto a área de Pessoal apresenta os menores níveis, estando entre 5% e 10%, a depender do grupo avaliado.

Para aprimorar esta leitura, a Tabela 9 apresenta de forma mais detalhada os valores e níveis de maturidade obtidas por cada área e objetivo BIM. A Tabela 9 apresenta ainda a maturidade global de cada área e o nível de maturidade de acordo com a nota obtida. Percebe-se que o maior nível alcançado pelo IF SertãoPE foi o nível 3 (Definido), alcançando esta pontuação na “Missão institucional e Metas” e “Visão e Objetivos BIM”. É possível também observar que a instituição alcançou nota mínima, recebendo o nível 0 (Inexistente), nas áreas de “Processos de Projeto” e “Processos Organizacionais”, além de não pontuar também na área de “Pessoal” em dois tópicos, por não definir formalmente as atividades BIM e não apresentar o BIM na hierarquia institucional.

A Tabela 9 apresenta ainda, na última linha, o nível de maturidade global da instituição, que apresenta o nível 1 “Inicial”.

Tabela 9 – Resultados da Maturidade BIM no IF SertãoPE.

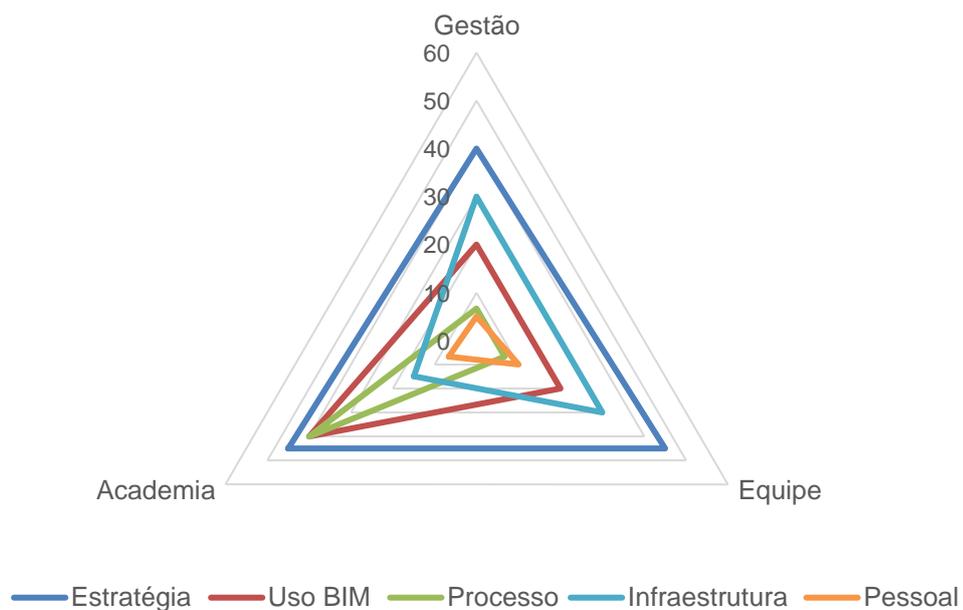
Área BIM	Gestão	Equipe	Academia	Maturidade Global (%)	Nível de Maturidade	Maturidade BIM
Estratégia	40	45	45	43,33	2	Gerenciado
Missão institucional e Metas	60	60	60	60,00	3	Definido
Visão e Objetivos BIM	60	60	60	60,00	3	Definido
Planejamento BIM	0	20	20	13,33	1	Inicial
Suporte de gestão	40	40	40	40,00	2	Gerenciado
Uso BIM	20	20	40,0	26,67	1	Inicial
Projetos	20	20	-	20,00	1	Inicial
Operacionais	20	20	-	20,00	1	Inicial
Ensino	-	-	40	40,00	2	Gerenciado
Pesquisa	-	-	40	40,00	2	Gerenciado
Extensão	-	-	40	40,00	2	Gerenciado
Processo	6,67	6,67	40	17,78	1	Inicial
Processos de Projeto	0	0	-	0,00	0	Inexistente
Processos Organizacionais	0	0	-	0,00	0	Inexistente
Entregáveis	20	20	40	26,67	1	Inicial

Infraestrutura	30	30	15	25,00	1	Inicial
Software	20	20	20	20,00	1	Inicial
Hardware	60	60	20	46,67	2	Gerenciado
Redes	20	20	20	20,00	1	Inicial
Espaços Físicos	20	20	0	13,33	1	Inicial
Pessoal	5	10	6,67	7,22	0	Inexistente
Atividades	0	0	0	0,00	0	Inexistente
Hierarquia Institucional	0	0	0	0,00	0	Inexistente
Treinamento	20	20	-	20,00	1	Inicial
Preparação para mudanças	0	20	20	13,33	1	Inicial
Nível de Maturidade BIM Global				20,00	1	Inicial

Fonte: O Autor (2023)

A Figura 9 apresenta em forma gráfica os resultados da maturidade em cada área BIM. Por meio deste gráfico é possível observar em quais áreas a instituição tem os maiores e menores desempenhos de nível de maturidade BIM de forma visual. Quanto maior o triângulo, melhor o desempenho obtido, neste caso representado pela área “Estratégia”, como já analisado.

Figura 9 – Gráfico da maturidade por área BIM no IFSertãoPE.

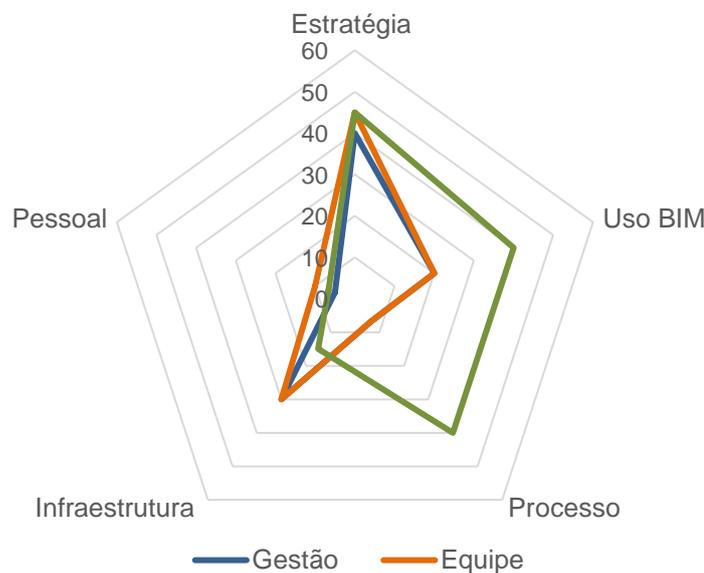


Fonte: O Autor (2023)

Observando ainda a Figura 9 é possível perceber pela distorção do gráfico que embora na área “Processo” a instituição tenha atingido o nível Inicial, os grupos Gestão e Equipe pontuaram abaixo desta média, sendo este valor puxado pela academia.

A Figura 10 apresenta a maturidade BIM do IFSertãoPE por grupo institucional (Equipe, Gestão e Academia), este gráfico permite uma análise para entender qual dos três apresenta melhor desempenho BIM e por ele é possível observar que há uma semelhança entre gestão e equipe, enquanto a academia se desloca nas áreas com melhores avaliações, que recebeu melhores notas nas áreas Uso BIM e Processo. É possível, por exemplo, realizar uma troca de experiências BIM dentro da própria instituição, realizando assim um equilíbrio entre os grupos e um avanço do BIM na instituição.

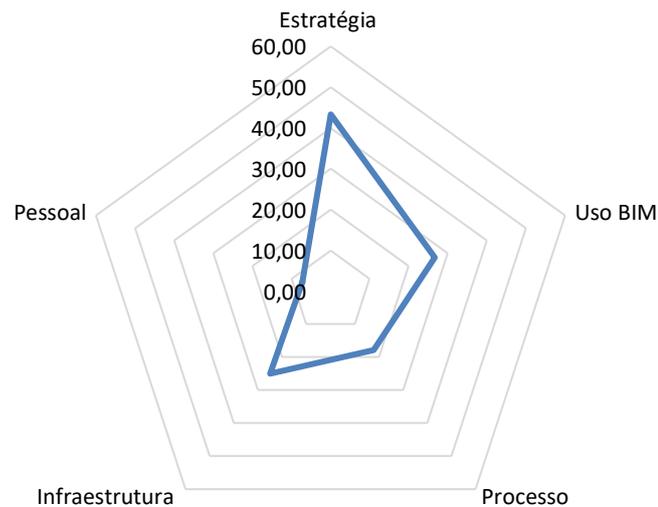
Figura 10 – Gráfico da Maturidade BIM por grupo no IFSertãoPE.



Fonte: O Autor (2023)

Analisando a Figura 11, que representa as médias das maturidades BIM nas cinco áreas avaliadas, é possível ver pela distorção do gráfico que a área “Pessoal” é a que recebe menor pontuação na instituição.

Figura 11 – Gráfico da maturidade BIM no IFSertãoPE.



Fonte: O Autor (2023)

Por meio do diagnóstico do nível de maturidade BIM do IFSertãoPE é possível observar que, de maneira geral, a instituição iniciou a implantação do BIM, ainda que na maioria dos casos tenha se dado por iniciativa individual. É possível afirmar também que há variações significativas de nível quando observadas as diferentes áreas, como “pessoal” e “estratégia”.

O Instituto Federal do Sertão Pernambucano alcançou o nível de maturidade BIM Inicial, com 20% da pontuação máxima. Ainda há muito o que avançar no contexto BIM. Há que se destacar o alcance do melhor desempenho na área específica Estratégia, com 43,3%, enquanto há a menor pontuação na área Pessoal, com 7,22%.

De modo geral, a avaliação demonstra que, na instituição o processo BIM é realizado sem qualquer tipo de liderança e a sua implementação ainda depende de decisão individual. Cada projeto é executado de forma independente, utilizando ou não o BIM.

4.4 AVALIAÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE

A aplicação do modelo nas instituições pesquisadas possibilitou a aferição do grau de maturidade BIM da UFPE e IFSertãoPE em áreas específicas e de maneira geral. Estes resultados podem ser utilizados como passo inicial para traçar as próximas estratégias de aprimoramento do BIM dentro destas instituições.

Este estudo permitiu também examinar a capacidade da ferramenta em apresentar um resultado que represente a realidade BIM das IFES avaliadas, validando seu uso para futuras aplicações e analisando criticamente as melhorias a serem exploradas no futuro.

Durante a fase de aplicação do modelo de maturidade desenvolvido foi possível perceber necessidades de ajustes para aprimorar o resultado da avaliação, bem como notar os pontos fortes e vantagens do modelo. Pode-se afirmar que o modelo desenvolvido se apresenta como uma ferramenta eficaz no sentido de auxiliar as decisões de implantação e aprimoramento BIM institucional, pois pode apresentar ao gestor e equipe especializada os pontos fortes e fracos do BIM na instituição de maneira intuitiva e visualmente gráfica, permitindo uma fácil aplicação e interpretação dos dados. Esta facilidade de operação e interpretação do modelo é um ponto importante para garantir a usabilidade e auxiliar na adoção de uma cultura institucional de medição, distanciando-a de ser uma ferramenta abandonada pela burocracia e alta complexidade.

A matriz expressa um caminho evolutivo em cada um de seus critérios, elevando a maturidade com o avanço dos níveis. Este *layout* pode ser utilizado como guia para as etapas de implantação e aprimoramento, auxiliando na criação de metas claras e objetivas dentro da evolução BIM que se deseja. Além de permitir a definição de metas, a reavaliação periódica do modelo permite aferir o cumprimento ou não dos objetivos definidos, tornando o processo de implantação e evolução mensurável.

Há que se destacar a possibilidade de autoavaliação e, neste ponto, afirmar que esta é a forma em que o modelo apresenta o melhor nível de confiabilidade dos resultados. Pois, por se tratar de questionário e preenchimento da pontuação de livre respostas, a avaliação realizada pelos interessados no reconhecimento do nível de maturidade BIM tende a representar a realidade de forma mais precisa, dispensando o uso de auditorias ou outras ferramentas de controle. Assim, onde se observa uma limitação do modelo, pela possibilidade de resultado não condizente com a realidade, anota-se junto a ela uma vantagem.

A proposta de envolver a evolução da maturidade BIM dentro da instituição de ensino considerando todos os seus aspectos BIM tende a promover uma implantação de forma ampla e em equilíbrio entre os vários atores BIM institucionais. Logo, a possibilidade de aplicação do modelo por qualquer parte interessada e de

forma holística é uma vantagem que merece destaque, pois amplia as possibilidades de evolução nos diversos aspectos BIM, bem como auxilia na transparência das ações institucionais e enriquece a discussão das capacidades BIM com diferentes pontos de vista.

Portanto, o modelo apresenta grande potencial de aplicabilidade dentro das IFES brasileiras, podendo ser utilizada como ferramenta principal ou complementar para as avaliações de BIM institucionais por gestores, equipes especializadas ou outros agentes interessados no assunto.

5 CONCLUSÃO

A discussão do tema da implantação do BIM nas instituições públicas brasileiras é, para além do atendimento aos requisitos legais (BRASIL, 2018), importante também para a manutenção e evolução da eficiência administrativa e competitividade frente ao mercado em constante atualização tecnológica.

Após a exploração dos modelos organizacionais das IFES brasileiras, especificamente na UFPE e IF SertãoPE, as suas formações administrativas levam a compreender que estas instituições se enquadram em, pelo menos, três grupos distintos para aplicação do BIM: gestores, equipe técnica e membros da academia.

Por meio da pesquisa bibliográfica realizada, observou-se que, embora tenham sido desenvolvidos modelos de maturidade nos últimos anos com diversas aplicações, inexistia um modelo capaz de aferir globalmente a maturidade BIM das IFES, isto é, considerando todas as suas faces de atribuições BIM. Assim, o presente trabalho desenvolveu um modelo capaz de aferir o nível de maturidade BIM que considera as instituições de ensino como gestoras de projetos e obras e usuárias das instalações, além da sua atividade fim: a formação do egresso das áreas de AEC.

O modelo proposto foi aplicado com a finalidade de experimentar a ferramenta e avaliar a maturidade BIM das instituições pesquisadas. Para tal, aplicou-se o modelo na Universidade Federal de Pernambuco e no Instituto Federal do Sertão Pernambucano.

O Instituto Federal do Sertão Pernambucano alcançou o nível de maturidade BIM Inicial, com 20% da pontuação máxima, e a Universidade Federal de Pernambuco o nível Gerenciado, com 35,83%. Ambas as instituições indicam que ainda há muito o que avançar no contexto BIM. Há que se destacar o alcance dos melhores desempenhos em áreas específicas, como Estratégia para o IFSertãoPE (43,3%) e Infraestrutura (51,67%) para a UFPE. Há também menores desempenhos em áreas específicas, como a Pessoal no IFSertãoPE (7,22%) e Uso BIM (31,11%) na UFPE.

Com a aplicação do modelo de maturidade desenvolvido foi possível ainda perceber necessidades de ajustes, aprimorar o resultado da avaliação e propor melhorias para trabalhos futuros. A ferramenta se mostrou eficiente e demonstra vantagens importantes na viabilização de um diagnóstico sobre maturidade BIM nas IFES, pois pode representar os dados de forma clara, simples e com baixo esforço dos interessados na aferição. Além disso, como o modelo propõe uma ferramenta de autoavaliação em todos os aspectos BIM, é apresentado como potencial ferramenta de transparência de dados institucionais e de demarcação de cumprimento de metas e definição de objetivos BIM.

O modelo proposto se diferencia dos modelos existentes principalmente por retornar um nível de maturidade único que represente toda a instituição. Isso potencializa a percepção da gestão sobre a importância e a indissociabilidade da operação BIM nos diversos setores institucionais, contribuindo com a propagação do aspecto colaborativo, inovador e de fortalecimento de uma cultura organizacional padronizada que o BIM se caracteriza.

O modelo de maturidade desenvolvido se mostra mais eficiente quando aplicado por agentes interessados no resultado da avaliação, visto que os itens a serem respondidos para a avaliação dependem de respostas precisas e, por vezes, de variadas fontes.

Como demonstrado, o modelo de maturidade é uma ferramenta importante e com alto potencial para dar suporte ao gestor que deseja implantar e elevar o nível BIM de uma organização.

A diferença principal do modelo proposto para os já existentes na literatura é a possibilidade de avaliar em uma só análise os três grupos definidos como usuários BIM nas IFES: a Gestão, a Equipe técnica e a Academia. Esta análise global permite a visualização de uma avaliação destes diferentes operadores BIM com os mesmos parâmetros de avaliação, permitindo assim uma comparação equilibrada entre as partes institucionais, auxiliando na tomada de decisão para concentração de esforços nas áreas mais necessitadas para evolução do BIM. Em outro aspecto, esta visão multifocal dentro do mesmo modelo permite uma comparação com parâmetros equivalentes, possibilitando que os casos de sucesso sejam notados e usados replicados dentro da mesma instituição ou fora dela.

Um ponto que merece destaque ainda sobre a integração da avaliação diz respeito a troca de experiências com visões diferenciadas entre os agentes avaliados e o avaliador. A ferramenta direciona o avaliador interessado a transitar por outros meios de atuação BIM da instituição, potencializando a geração de *insights* e compreensão de diferentes aspectos do BIM. O BIM no ensino pode ser beneficiado com a visão ampliada do gestor, enquanto o pesquisador poderá buscar soluções para os problemas da equipe de projetos, por exemplo. Neste contexto, a maturidade BIM de uma instituição de ensino que oferta cursos de AEC será beneficiado pela integração na avaliação.

Por fim, pode-se afirmar que a ferramenta aqui apresentada possui potencial de suporte ao gestor que deseja implantar e/ou elevar o nível BIM de uma organização como também para os demais usuários BIM de IFES, levando à melhoria do BIM, atendendo as demandas de mercado e aos preceitos legais.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação do modelo em mais instituições de ensino que compartilham formato administrativo similar, compondo uma maior experimentação do modelo para seu aprimoramento, visto que os modelos de maturidade apresentados na literatura seguem em contínua evolução.

Tendo em vista que a nota final da maturidade do modelo de maturidade desenvolvido é linear, é possível avaliar a necessidade da indicação de pesos diferentes nas notas de cada grupo institucional, ponderando a nota final e direcionando-a para o que mais deve representar a maturidade da instituição avaliada.

Outro aspecto importante a ser observado em um estudo futuro, é a preparação da ferramenta para avaliar automaticamente as instituições de ensino que não ofertam cursos na área de Arquitetura, Engenharia e Construção, sem a necessidade de recalcular as parcelas do grupo Academia.

É possível evoluir também o modelo de avaliação de maturidade BIM para outros tipos de organizações públicas ou privadas que, assim como as instituições de ensino, apresentam diversas atribuições em BIM.

REFERÊNCIAS

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Estratégia BIMBR. **Abdi**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://estrategiabimbr.abdi.com.br/comofunciona>.

ALMUNTASER, Taqiadden; SANI-ANIBIRE, Muizz O.; HASSANAIN, Mohammad A. Adoption and implementation of BIM – case study of a Saudi Arabian AEC firm. **International Journal of Managing Projects in Business**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 608–624, 2018. ISSN: 17538386. DOI: 10.1108/IJMPB-05-2017-0046.

ANDRADE, Elzimar; RASOTO, Vanessa Ishikawa; CARVALHO, Hilda Alberton De. Gerenciamento de processos nas Instituições Federais de ensino superior Brasileiras. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 171, 2018. DOI: 10.3895/rbpd.v7n2.5706.

AUERNHAMMER, Jan; ROTH, Bernard. The origin and evolution of Stanford University's design thinking: From product design to design thinking in innovation management. **Journal of Product Innovation Management**, [S. l.], v. 38, n. 6, p. 623–644, 2021. ISSN: 15405885. DOI: 10.1111/jpim.12594.

BARLISH, Kristen; SULLIVAN, Kenneth. How to measure the benefits of BIM - A case study approach. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 24, p. 149–159, 2012. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.02.008.

BFB. Resultados da Pesquisa Nacional sobre Digitalização na Arquitetura e Urbanismo. 2022. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/post/resultados-da->

pesquisa-sobre-digitalização-da-arquitetura-e-do-urbanismo-no-brasil. Acesso em: 16 fev. 2023.

BINDER, Thomas; MICHELIS, Giorgio De; EHN, Pelle; JACUCCI, Giulio; LIND, Per; WAGNER, Ina. **Design Things/ A.Telier**. [s.l: s.n.]. ISBN: 9780262016278.

BLUM, Orestes Marina; DANILEVICZ, Ângela De Moura Ferreira. Design Thinking e Marketing Digital como aliados estratégicos de microempreendedores. **Design e Tecnologia**, [S. l.], v. 11, n. 23, p. 38–55, 2021. ISSN: 2178-1974. DOI: 10.23972/det2021iss23pp38-55.

BÖES, Jeferson Spiering; BARROS NETO, José de Paula; LIMA, Mariana Monteiro Xavier De. BIM maturity model for higher education institutions. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 131–150, 2021. ISSN: 1415-8876. DOI: 10.1590/s1678-86212021000200518.

BRASIL. DECRETO-LEI Nº 9.388, DE 20 DE JUNHO DE 1946 - Cria a Universidade do Recife e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, col. 2. 28/06/1946.1946. p. 9615. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-9388-20-junho-1946-417645-publicacaooriginal-1-pe.html>.

BRASIL. LEI Nº 11.892, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2008 - Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1 - 30. [S. l.], 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm.

BRASIL. DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018 - Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm.

BRASIL. DECRETO Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling . 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm.

BRASIL. DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020 - Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da E2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm.

BRASIL. PORTARIA GM-MD Nº 5.261, DE 17 DE OUTUBRO DE 2022. Define os empreendimentos, programas e as iniciativas de média e grande relevância para a disseminação do Building Information Modelling - BIM no âmbito do Ministério da Defesa. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm-md-n-5.261-de-17-de-outubro-de-2022-438583441>.

BRASIL. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)**. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit>.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. [S. l.], 2023 b. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aereo/planos-bim>.

BRASIL. **Ministério da Educação, Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior Cadastro e-MEC**. 2023c. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

BRASIL. **Ministério da Educação, Plataforma Nilo Peçanha - PNP**. 2023d. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp>. Acesso em: 20 fev. 2023.

BRULON, Vanessa; OHAYON, Pierre; ROSENBERG, Gerson. A reforma gerencial brasileira em questão: contribuições para um projeto em construção. **Revista do Serviço Público**, [S. l.], v. 63, n. 3, p. 265–284, 2014. ISSN: 0034-9240. DOI: 10.21874/rsp.v63i3.99.

BYNUM, Patrick; ISSA, Raja R. A.; OLBINA, Svetlana. Building information modeling in support of sustainable design and construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 139, n. 1, p. 24–34, 2013. ISSN: 07339364. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000560.

CELANI, Gabriela. Shortcut to the Fourth Industrial Revolution: The case of Latin America. **International Journal of Architectural Computing**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 320–334, 2020. ISSN: 20483988. ISBN: 1478077120942. DOI: 10.1177/1478077120942193.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto. **Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento - DMMDC) - UFBA**, [S. l.], n. DMMDC-UFBA, p. 235, 2014.

CHEN, Yunfeng; DIB, Hazar; COX, Robert F. A measurement model of building information modelling maturity. **Construction Innovation**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 186–209, 2014. ISSN: 14770857. DOI: 10.1108/CI-11-2012-0060.

CIC. **Planning Guide for Facility Owners**. [s.l: s.n.]. ISBN: 9781623070014.

DORST, Kees. The core of “design thinking” and its application. **Design Studies**, [S. l.], v. 32, n. 6, p. 521–532, 2011. ISSN: 0142694X. DOI: 10.1016/j.destud.2011.07.006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>.

ERIKSSON, Yvonne. **Different perspectives in design thinking**. [s.l: s.n.]. ISBN: 9780429289378. DOI: 10.1201/9780429289378.

GANAH, Abdulkadir; JOHN, Godfaurd A. Integrating building information modeling and health and safety for onsite construction. **Safety and Health at Work**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 39–45, 2015. ISSN: 20937997. DOI: 10.1016/j.shaw.2014.10.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2014.10.002>.

GHAFFARIANHOSEINI, Ali; DOAN, Dat Tien; NAISMITH, Nicola; TOOKEY, John; GHAFFARIANHOSEINI, Amirhosein. Amplifying the practicality of contemporary building information modelling (BIM) implementations for New Zealand green building

certification (Green Star). **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 696–714, 2017. ISSN: 09699988. DOI: 10.1108/ECAM-02-2016-0043.

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. Framework for evaluating the BIM competencies of building owners. **Computing in Civil and Building Engineering - Proceedings of the 2014 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering**, [S. l.], n. Cmm, p. 552–559, 2014. ISBN: 9780784413616. DOI: 10.1061/9780784413616.069.

GIEL, Brittany; ISSA, Raja R. A. Synthesis of existing BIM maturity toolsets to evaluate building owners. **Computing in Civil Engineering - Proceedings of the 2013 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering**, [S. l.], p. 451–458, 2013. ISBN: 9780784477908. DOI: 10.1061/9780784413029.057.

GRANTTHORNTON; SIENGE; ABDI. **Maturidade BIM no Brasil**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/maturidade-bim-2022/>.

GRIZ, Cristiana Maria Sobral; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier De; NERI, Emmanoel Roberto da Silva. Avaliação do grau de maturidade BIM no curso de arquitetura e urbanismo da UFPE. **ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM**, [S. l.], v. 4, n. 00 SE-Planejamento de inserção de BIM na educação, p. 1, 2022. DOI: 10.46421/enebim.v4i00.1887. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/1887>.

GU, Ning; LONDON, Kerry. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 19, n. 8, p. 988–999, 2010. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.09.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002>.

GUREVICH, Ury; SACKS, Rafael. Longitudinal Study of BIM Adoption by Public Construction Clients. **Journal of Management in Engineering**, [S. l.], v. 36, n. 4, p. 05020008, 2020. ISSN: 0742-597X. DOI: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000797.

GUREVICH, Ury; SACKS, Rafael; SHRESTHA, Prabhat. BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value. **Building Research and Information**, [S. l.], v. 45, n. 6, p. 610–630, 2017. ISSN: 14664321. DOI: 10.1080/09613218.2017.1289029. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2017.1289029>.

HARON, Nuzul Azam; RAJA SOH, Raja Putri Zarifh Ana; HARUN, Aizul Nahar. Implementation of building information modelling (Bim) in malaysia: A review. **Pertanika Journal of Science and Technology**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 661–674, 2017. ISSN: 22318526.

IFSERTÃOPE. **Instituto Federal do Sertão Pernambucano**. 2022. Disponível em: www.ifsertao-pe.edu.br. Acesso em: 20 set. 2022.

INDIANA UNIVERSITY ARCHITECT'S OFFICE. **IU BIM Proficiency Matrix**. Bloomington, IN.

ISMAIL, Zul Atfi. Implementation of BIM technology for knowledge transfer in IBS building maintenance projects. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 115–134, 2020. ISSN: 23984708. DOI: 10.1108/IJBPA-02-2018-0022.

JOBLOT, L.; PAVIOT, T.; DENEUX, D.; LAMOURI, S. Building Information Maturity Model specific to the renovation sector. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 101, n. February 2018, p. 140–159, 2019. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.019>.

JUNIOR, Edilson Pereira Nobre. ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E O PRINCÍPIO do pós-guerra , na primazia dos princípios como pilasstras fundantes do sistema. **Revista da Escola de Magistratura Federal da 5a Região**, [S. l.], v. 11, p. 24–33, 2006.

KAM, Calvin; SENARATNA, Devini; MCKINNEY, Brian; XIAO, Yao. The VDC Scorecard: Formulation and Validation. **CIFE Working Paper**, [S. l.], v. WP 135, n. January, p. 40, 2014.

KASSEM, Mohamad; LI, Jennifer. Building Information Modelling : Evaluating Tools for Maturity and Benefits Measurement. [S. l.], n. February, p. 1–184, 2020.

KERZNER, Harold (2014). **PROJECT M A N A G E M E N T**. [s.l: s.n.]. ISBN: 9781118657010.

LAUBMEYER, Livia; SOUZA, Alves De; ROBERTO, Sergio; AMORIM, Leusin De. Impact From the Use of Bim in Architectural Design Offices : Real Estate. **Design Management and Technology**, [S. l.], v. 4, n. November 2009, p. 26–53, 2009.

LEŚNIAK, Agnieszka; GÓRKA, Monika; SKRZYPCZAK, Izabela. Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects—the Polish study. **Energies**, [S. l.], v. 14, n. 8, 2021. ISSN: 19961073. DOI: 10.3390/en14082090.

LI, Jian; HOU, Lei; WANG, Xiangyu; WANG, Jun; GUO, Jun; ZHANG, Shaohua; JIAO, Yi. A Project-Based Quantification of BIM Benefits. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, [S. l.], v. 11, n. 8, p. 123, 2014. ISSN: 1729-8814. DOI: 10.5772/58448.

LIANG, Cong; LU, Weisheng; ROWLINSON, Steve; ZHANG, Xiaoling. Development of a Multifunctional BIM Maturity Model. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 142, n. 11, p. 06016003, 2016. ISSN: 0733-9364. DOI: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001186.

LIU, Hua; LIU, Qian. Research on the development barriers of BIM in China. **Applied Mechanics and Materials**, [S. l.], v. 525, p. 691–694, 2014. ISSN: 16609336. ISBN: 9783038350231. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.525.691.

LU, Yujie; WU, Zhilei; CHANG, Ruidong; LI, Yongkui. Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 83, n. January, p. 134–148, 2017. ISSN: 09265805. DOI:

10.1016/j.autcon.2017.08.024.

MACHADO, Ricardo L.; VILELA, Cesar. Conceptual framework for integrating bim and augmented reality in construction management. **Journal of Civil Engineering and Management**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 83–94, 2020. ISSN: 18223605. DOI: 10.3846/jcem.2020.11803.

MALIK, Qurratulain; NASIR, Abdur Rehman; MUHAMMAD, Rabiah; THAHEEM, Muhammad Jamaluddin; ULLAH, Fahim; KHAN, Khurram Iqbal Ahmad; HASSAN, Muhammad Usman. Bimp-chart—a global decision support system for measuring bim implementation level in construction organizations. **Sustainability (Switzerland)**, [S. l.], v. 13, n. 16, p. 1–25, 2021. ISSN: 20711050. DOI: 10.3390/su13169270.

MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 43, p. 84–91, 2014. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2014.03.009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.009>.

MORETTI, Nicola; GIANA, Paolo Ettore. A Literature Review on BIM Maturity in the AECO Industry. **in_Bo**, [S. l.], v. 09, n. 13, p. 192–199, 2018. DOI: 10.6092/issn.2036-1602/8833.

NIMBS COMMITTEE. National Building Information Modeling Standard. **Nbim**, [S. l.], p. 180, 2007. ISSN: 1098-6596. ISBN: 9788578110796.

OLATUNJI, Oluwole Alfred. A preliminary review on the legal implications of BIM and model ownership. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, [S. l.], v. 16, n. December, p. 687–696, 2011. ISSN: 14036835.

OLAWUMI, Timothy O.; CHAN, Daniel W. M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Sustainable Cities and Society**, [S. l.], v. 40, n. December 2017, p. 16–27, 2018. ISSN: 22106707. DOI: 10.1016/j.scs.2018.03.033.

RECEPETI. RELATÓRIO TÉCNICO DA ETAPA - MAPEAMENTO E ANÁLISE DOS MACRO PROCESSOS INTERNOS E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS – SAC Proponente : [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aereo/PlanosBIM.zip>.

RYU, Han Soo; PARK, Kyung Soon. A study on the LEED energy simulation process using BIM. **Sustainability (Switzerland)**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 1–13, 2016. ISSN: 20711050. DOI: 10.3390/su8020138.

SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; GHANG, Lee. **BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers**. 3ª Edition ed., [s.l.: s.n.]. ISBN: 9781119287537.

SANTOS, Claudia Cristina Auler do Amaral. **Políticas De Ciência, Tecnologia E Inovação Como Propulsoras Da Inovação Na Universidade Brasileira. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**

2019. DOI: 10.20873/uft.23593652201961p1.

SEBASTIAN, Rizal; VAN BERLO, Léon. Tool for benchmarking BIM performance of design, engineering and construction firms in the Netherlands. **Architectural Engineering and Design Management**, [S. l.], v. 6, n. SPECIAL ISSUE, p. 254–263, 2010. ISSN: 17452007. DOI: 10.3763/aedm.2010.IDDS3.

SIEBELINK, Sander; VOORDIJK, Johannes T.; ADRIAANSE, Arjen. Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 144, n. 8, p. 05018007, 2018. ISSN: 0733-9364. DOI: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001527.

SINFRA. **Superintendência de Infraestrutura - UFPE**. 2022. Disponível em: <https://www.ufpe.br/sinfra>. Acesso em: 20 set. 2022.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2008.10.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. [S. l.], p. 65–103, 2010. DOI: 10.4018/978-1-60566-928-1.ch004.

SUCCAR, Bilal. **BIM Excellence Initiative. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM 2016**.

SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 35, p. 174–189, 2013. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.05.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>.

UFPE. **Universidade Federal de Pernambuco**. 2022. Disponível em: Universidade Federal de Pernambuco. Acesso em: 20 set. 2022.

VIANNA, Maurício; VIANNA, Ysmar; ALDER, Isabel K.; LUCENA, Brenda; RUSSO, Beatriz. **Design Thinking Design Thinking Inovação em negócios**. [s.l.: s.n.]. ISBN: 9788565424004.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 38, p. 109–127, 2014. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.10.023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>.

WU, Chengke; XU, Bo; MAO, Chao; LI, Xiao. Overview of bim maturity measurement tools. **Journal of Information Technology in Construction**, [S. l.], v. 22, n. March 2016, p. 34–62, 2017. ISSN: 14006529.

YANG, Jyh Bin; CHOU, Hung Yu. Subjective benefit evaluation model for immature BIM-enabled stakeholders. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 106, n. 300, p. 102908, 2019. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.102908. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102908>.

YILMAZ, Gokcen; AKCAMETE, Asli; DEMIRORS, Onur. A reference model for BIM capability assessments. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 101, n. October 2018, p. 245–263, 2019. ISSN: 09265805. DOI: 10.1016/j.autcon.2018.10.022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.022>.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO GESTÃO

Políticas:

1. Sua instituição tem um documento de missão formal onde se definem as metas de um planejamento estratégico?
 - 0) Neste documento, a missão, visão e valores da instituição são bem definidos?
 - 1) É possível mensurar e acompanhar o alcance das metas definidas no documento?
 - 2) Com que frequência este documento é atualizado?
 - 3) Quanto você julga que as decisões institucionais são baseadas no documento do planejamento estratégico? Responda de 0 a 5 (0 para nenhuma decisão é tomada com base no documento e 5 todas as decisões levam em conta o que é prescrito no documento).
2. Dentro deste documento, há uma visão específica de como o *Building Information Modeling* (BIM) irá beneficiar ou reforçar sua missão

- organizacional? (Entenda como visão a imagem que a instituição deseja apresentar).
- 0) Em caso afirmativo, os objetivos BIM são definidos? (Entenda objetivos como tarefas ou etapas específicas que devem ser realizadas para a instituição alcançar suas metas).
- 1) Em que nível de detalhamento você considera que estes objetivos representam a realidade institucional, o quanto podem ser medidos, atingidos e sua relevância, em uma escala de 0 a 5. (0 caso não exista e 5 em caso de serem perfeitamente relevantes, oportunos, mensuráveis e atingíveis).
- 2) Caso os objetivos existam, eles são periodicamente revisados e atualizados conforme as necessidades?
3. Sobre o suporte da gestão em relação ao processo de planejamento BIM você considera que:
- 0) Não há suporte;
- 1) Há suporte limitado para um estudo de viabilidade;
- 2) Há suporte total para a implementação BIM, mas com limitações de recursos;
- 3) Há suporte total para a implementação BIM, entretanto os recursos APROPRIADOS são limitados;
- 4) Já implantamos o BIM e há suporte limitado para a continuidade dos esforços e o orçamento é limitado;
- 5) Há suporte total de esforços contínuos.
- (0 1 2 3 4 5)
4. Existe alguém na sua instituição que é destinado especificamente para tratar da implantação e/ou gerenciar os processos BIM em andamento? (Este ator deve ser tecnicamente qualificado e responsável pelo melhoramento dos processos BIM, impulsionando a sua adoção, gerenciando a resistência à mudança e garantindo a implementação do BIM).
- 0) Em caso afirmativo, marque o campo que mais se adequa a situação desta pessoa.
- 1) Existe esta pessoa, mas o seu tempo é limitado para ser comprometido com a iniciativa BIM;
- 2) Existe esta pessoa e com tempo adequado ao cumprimento da iniciativa BIM;

- 3) Existem várias pessoas com esta função e cada um tem um grupo de trabalho;
 - 4) Além dos grupos de trabalho com cada função específica, existe um gestor responsável por todos eles, mas com outras atribuições;
 - 5) O gestor dos grupos de trabalho atua de forma colaborativa e estreita com os responsáveis por cada grupo de trabalho e tem função específica para esta atividade.
5. Sobre a existência de um Comitê de Planejamento BIM, que é responsável por desenvolver a estratégia BIM da instituição, marque o valor que mais se adequa:
- 0) Não existe Comitê de Planejamento BIM;
 - 1) Há um pequeno comitê *Ad-Hoc* apenas com os interessados em BIM;
 - 2) O Comitê BIM é formalizado, mas não inclui todas as unidades operacionais (Projetos, Contratos, Manutenção, Academia);
 - 3) O Comitê é multidisciplinar e abrange todas as unidades operacionais;
 - 4) O Comitê é multidisciplinar e abrange todos os níveis institucionais, incluindo a gestão;
 - 5) Todas as decisões de planejamento BIM são integradas ao planejamento estratégico da instituição.
6. Em relação aos projetos desenvolvidos pela equipe da instituição marque a alternativa que mais se adequa ao que é executado hoje na sua instituição:
- 0) Não é feito o uso do BIM para o desenvolvimento dos projetos;
 - 1) O uso de ferramentas BIM no desenvolvimento dos projetos se limita aos volumes e *designs* 3D;
 - 2) Os requisitos BIM e as informações dos projetos são levados em conta nos projetos executados;
 - 3) O uso do BIM se dá de maneira extensiva nos projetos, e o compartilhamento das informações entre as partes envolvidas acontece de forma limitada;
 - 4) O uso do BIM se dá de maneira extensiva, e há o compartilhamento das informações entre as partes envolvidas no projeto;
 - 5) O uso do BIM se dá de maneira extensiva nos projetos, e há o compartilhamento aberto de dados BIM em todas as fases do projeto.

7. Sobre o uso do BIM na operação e manutenção das edificações existentes da sua instituição:
- 0) Nenhum uso BIM em operações é aplicado;
 - 1) Existe um modelo BIM de registro (*as-built*) das edificações existentes, gerados pela equipe de operação e manutenção;
 - 2) Os modelos BIM podem ser importados pela equipe de operação;
 - 3) Os modelos BIM são atualizados e compartilhados para usos operacionais de forma manual;
 - 4) Os dados BIM da edificação são integrados diretamente aos sistemas de operação;
 - 5) Os dados BIM são atualizados nos sistemas de operação e podem ser observados em tempo real.

Infraestrutura:

8. Sobre a infraestrutura de softwares disponibilizados pela instituição, responda:
- 0) Existe software capaz de aceitar dados BIM disponibilizado pela instituição?
 - 1) Além dos softwares BIM, existe uma padronização da instituição para normatizar a instalação e uso destes programas?
 - 2) Os softwares BIM disponibilizados pela instituição são completos e avançados ao nível de exigência dos projetos e operações a que se destinam?
 - 3) Quais são os softwares BIM que a instituição utiliza?
 - 4) Toda a equipe de projeto e operação da instituição tem todos os softwares BIM disponíveis?
 - 5) Existe na instituição um programa de atualização contínua dos sistemas de softwares BIM?
9. Sobre a infraestrutura de hardware disponibilizado pela instituição, responda:
- 0) Existe hardware capaz de executar software BIM na instituição?
 - 1) O hardware disponível é capaz de executar software avançado, que exigem processamentos elevados?
 - 2) Existe alguma regulamentação institucional que defina a padronização de instalação de hardwares para as equipes de projeto e operação?

- 3) Ao menos parte da equipe tem disponível hardware para executar softwares BIM avançados?
 - 4) Toda a equipe tem disponível hardware capaz de executar software BIM avançado?
 - 5) Existe algum programa institucional de atualização contínua dos sistemas de hardwares para uso do BIM?
10. Em relação ao espaço físico dos ambientes destinados ao trabalho da equipe dedicada ao BIM, marque a(s) alternativa(s) que representativa(s) da realidade atual da instituição:
- 0) Não existe espaço dedicado para o trabalho da equipe BIM;
 - 1) Existe uma estação de trabalho única para todos os integrantes da equipe para a visualização de dados BIM;
 - 2) Existe, além da estação única, um espaço dedicado a colaboração dos membros das diferentes disciplinas, com tela grande para visualização de todos;
 - 3) Existem espaços bem definidos e padronizados institucionalmente para cada integrante da equipe em todas as fases BIM;
 - 4) Existem vários espaços de trabalhos colaborativos dentro do espaço regular;
 - 5) Existe um programa estabelecido que prevê a atualização e adequação contínua dos espaços de trabalho dedicados ao BIM.

Pessoal:

11. Existe um documento formal que determina o papel e a responsabilidade de cada pessoa dentro da instituição?
 - 0) Este documento especifica as funções e responsabilidades de cada pessoa inerente ao BIM?
 - 1) Caso exista, este documento é frequentemente atualizado e as funções e responsabilidades são devidamente revisadas para se manterem adequadamente distribuídas?
12. Dentro do organograma hierárquico institucional existe especificação de algum cargo específico para o BIM?
 - 0) Em caso afirmativo, quantos são e como eles se distribuem dentro do organograma?

13. Existe algum programa de capacitação formal dentro da instituição?
- 0) Dentro deste programa de capacitação oferecido, existe a especificação para o BIM?
14. Como acontece a oferta de capacitação em BIM?
- 0) Educação *ad hoc* conforme necessidade;
 - 1) Apresentação formal sobre o que é BIM e os benefícios que tem para a organização;
 - 2) Sessões de educação dos servidores conduzidas regularmente;
 - 3) Programa de educação sob demanda estabelecido pela instituição.
 - 4) A capacitação é continuamente melhorada por meio das experiências aprendidas.
15. Considere como treinamento uma forma prática de ensino para torná-lo apto, qualificado ou proficiente em uma tarefa ou processo específico. Assim, existe algum programa de treinamento em BIM na sua instituição?
- 0) Em caso afirmativo, o programa de treinamento é:
 - 1) Executado por fornecedores específicos contratados para treinar apenas o pessoal necessário naquele momento;
 - 2) É realizado internamente para todo o pessoal que poderá a vir interagir com o BIM;
 - 3) Regularmente conduzido como rotina institucional;
 - 4) Sob demanda e estabelecido para a instituição;
 - 5) Regularmente aprimorado por meio das experiências vividas dentro da instituição.
16. Como você avalia a instituição (gestão e servidores) com relação ao nível de interesse e preparação para implementação do BIM?
- 0) É necessário conscientizar que a aplicação de mudanças e inovação em BIM são necessárias;
 - 1) Já está compreendida a necessidade de implementação do BIM, porém nada ou pouco foi feito;
 - 2) Existe o compromisso e a gestão (alta administração) está trabalhando na implementação;
 - 3) As unidades operacionais (lideranças das equipes) estão preparadas e buscando a implementação do BIM;

- 4) Todos os indivíduos já aderem a intenção e buscam a implementação do BIM;
- 5) A vontade de mudar e implementar o BIM é parte da cultura organizacional da instituição.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO EQUIPE

1. Software

- 1.1. Com relação ao uso de softwares BIM na instituição, marque a alternativa que mais se adequa a realidade atual:
 - 0) O uso de softwares não é regulamentado na instituição;
 - 1) O uso e a introdução de softwares são padronizados dentro da instituição ou, pelo menos, pela equipe de projetos;
 - 2) A seleção e o uso de softwares são gerenciados e controlados de acordo com os tipos de entregáveis exigidos;
 - 3) A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da instituição e não somente os requisitos operacionais;
 - 4) A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revistos para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos da instituição.
- 1.2. Com relação aos entregáveis produzidos pela equipe, marque a alternativa que mais se adequa a realidade atual da instituição:

- 0) Os modelos 3D são utilizados com a principal função de gerar representações 2D mais precisas;
- 1) Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis 2D bem como 3D;
- 2) Os modelos BIM são bases para vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos;
- 3) O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio;
- 4) Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis.

1.3. Com relação ao uso, armazenamento e troca de dados, escolha a alternativa que mais se adequa ao realizado hoje pela equipe:

- 0) O uso, armazenamento e troca de dados não são definidos dentro da instituição ou pela equipe de projeto. As trocas ainda sofrem pela falta de interoperabilidade;
- 1) O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada;
- 2) O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto;
- 3) O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da instituição ou como estratégia da equipe de projetos;
- 4) Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.

2. Com relação ao hardware disponibilizado pela instituição para a aplicação e uso do BIM, marque a alternativa que mais se aproxima da realidade da instituição que você trabalha:

- 0) Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para as atividades exigidas pela instituição. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis;
- 1) As especificações dos equipamentos – apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM - são definidas, orçadas e normalizadas em toda a instituição. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos;
- 2) Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter os equipamentos para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM;
- 3) As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, estratégias e com os objetivos de desempenho;
- 4) Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da instituição e da equipe do projeto.
3. Com relação às soluções de rede utilizadas na instituição para as atividades BIM, marque a alternativa que mais se aproxima a realidade atual:
- 0) As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento;
- 1) As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro da instituição. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de

dados/informações. Os membros das equipes de projeto são conectados por meio de conexões de banda relativamente baixas;

- 2) As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga;
- 3) As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas;
- 4) As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.

4.

4.1. Sobre o ambiente de trabalho e a infraestrutura física existente para o desenvolvimento das atividades, responda ao que mais se adequa a atual situação do seu local na instituição.

- 0) O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou não é favorável à produtividade;
- 1) As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificados como fatores que afetam a motivação e a produtividade;
- 2) O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal;

- 3) Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho;
- 4) Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade.

4.2. Sobre o conhecimento da equipe de trabalho, marque a alternativa mais adequada:

- 0) O conhecimento não é reconhecido como um ativo; O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas);
- 1) O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tácito para explícito;
- 2) O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado;
- 3) O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais é acessível e facilmente recuperável;
- 4) As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente.

5. Sobre a definição das funções de cada membro da equipe nas atividades e a formalização dos fluxos de trabalho, indique a alternativa que mais reflete a realidade atual:

- 0) Os processos não são definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho de cada membro é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'dar voltas' ocorre na instituição;
- 1) As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.
- 2) As funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma consistente. Há uma boa cooperação interna dentro da instituição e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado;

- 3) As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da instituição. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível;
 - 4) Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revisadas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
6. Com relação aos produtos e serviços entregues pela equipe, indique a opção mais adequada com a institucional:
- 0) Não existe um padrão, as entregas de modelos 3D (um produto BIM) podem ter muito alto ou muito baixos níveis de detalhamento ou inconsistências;
 - 1) Existem diretrizes para a entrega dos modelos e nível de detalhes. Existe preocupação em se manter a padronização e coerência com a técnica;
 - 2) Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial;
 - 3) Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização;
 - 4) Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A instituição é reconhecida como padrão de referência de mercado.
7. A respeito do ponto de vista da gestão (liderança), marque a alternativa que corresponde ao mais próximo da realidade da sua instituição:
- 0) Os gestores tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é

tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor;

- 1) Toda a gestão adota uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia;
 - 2) A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento;
 - 3) A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.
 - 4) Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.
8. Sobre a capacitação e programas de treinamento, marque a alternativa mais próxima da realidade atual da sua instituição:
- 0) Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados;
 - 1) Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo;
 - 2) Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável;
 - 3) O treinamento é integrado nas estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação;
 - 4) O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.

9. Sobre as regulamentações existentes na instituição, marque a alternativa mais adequada a situação atual:

- 0) Não existem diretrizes formais para o BIM, documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal; nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços;
- 1) As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas;
- 2) As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.
- 3) As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.
- 4) As linhas-guia do BIM são continua e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revistos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO ACADEMIA

(proposto por Böes, Barros Neto e Lima, 2021)

Introdução:

(Esta seção está destinada à caracterização da amostra)

1. Nome:
2. Instituição:
3. Setor/Departamento:
4. Cargo:
5. Curso:

6. Número de alunos no curso:
 - a) Até 100 alunos
 - b) 101 a 300 alunos
 - c) 301 a 500 alunos
 - d) 501 a 1000 alunos
 - e) Acima de 1000 alunos

7. A IES tem ciência do Decreto Federal 9.337/2018?
() Sim
() Não

Não sei responder

8. Caso tenha ciência, o que a IES já realizou a partir de 2021?

9. Ao longo do curso há algum contato com o BIM?

Sim

Não

Não sei responder

10. Em caso positivo, por qual(is) meio(s)?

Disciplinas

Palestras

Cursos de Extensão

Iniciação Científica

Não sei responder

Outro: _____

EM CASO NEGATIVO DA QUESTÃO 9:

Sessão exclusiva para quem respondeu que NÃO há contato com o BIM.

Caso você tenha respondido que há contato com o BIM, passar para a próxima sessão.

11. Qual(is) o(s) motivo(s) para a ausência de contato do BIM ao longo do curso?

Falta de interesse dos alunos;

Falta de interesse do corpo docente;

Falta de interesse da instituição;

Falta de capacitação do corpo docente;

Falta de incentivos ou demanda do mercado;

Falta de incentivo da alta administração da instituição;

Falta de recursos tecnológicos (software, hardware, rede);

O BIM não é visto como prioridade no currículo;

Resistência a uma nova tecnologia/metodologia;

Investimento inicial;

Ausência de exigência/obrigação;

Ausência de suporte/diretrizes para implementação;

Não sei responder;

Outro: _____

12. O curso possui interesse em implantar o BIM no currículo?

Sim

Não

Não sei responder

13. A IES vem desenvolvendo algo relacionado a implementação do BIM?

- Sim
- Não
- Não sei responder

14. Em caso positivo, o que?

15. Houve algum caso de tentativa de implementação? Caso positivo, favor relatar as ações e os motivos que ocasionaram a não implantação.

16. Em quanto tempo a instituição pretende implantar o BIM?

- Até 6 meses;
- 1 ano
- 2 anos
- 3 anos
- 4 anos
- Acima de 4 anos
- Não sei responder

INICIATIVAS BIM

Sessão destinada a quem respondeu que possui contato com o BIM.

17. Quais os motivos que levaram a adoção do BIM?

- Adequação às novas tecnologias;
- Atendimento a uma obrigatoriedade;
- Atendimento as exigências do mercado;
- Demanda dos alunos;
- Outro: _____

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

- Reitoria;
- Direção do Centro;
- NDE;
- Coordenação do Curso;
- Professores;
- Alunos;
- Outro: _____

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

- Interno (servidor ou membro da instituição);
- Externo (consultoria, assessoria, etc);

20. Há quanto tempo a IES adotou o BIM?

- Menos de 1 ano;
- Entre 1 e 2 anos;
- Entre 2 e 3 anos
- Entre 3 e 4 anos

() Há mais de 4 anos

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

- () Falta de interesse dos alunos;
- () Falta de interesse do corpo docente;
- () Falta de interesse da instituição;
- () Falta de capacitação do corpo docente;
- () Falta de incentivos ou demanda do mercado;
- () Falta de incentivo da alta administração da instituição;
- () Falta de recursos tecnológicos (software, hardware, rede);
- () O BIM não é visto como prioridade no currículo;
- () Resistência a uma nova tecnologia/metodologia;
- () Investimento inicial;
- () Ausência de exigência/obrigação;
- () Ausência de suporte/diretrizes para implementação;
- () Não sei responder;
- () Outro: _____

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

- () Sim
- () Não

23. Relacione os usos BIM que são desenvolvidos nas respectivas disciplinas (escolher apenas uma opção por coluna)

	Arquitetura, Representação gráfica, Desenho técnico	Estruturas	Sistemas Prediais	Materiais de Construção	Técnicas de construção	Gerenciamento, planejamento e Orçamento
Introdução ao BIM						
Modelagem						
Dimensionamento						
Geração de documentos						
Quantitativos						
Planejamento						
Orçamento						

Simulações						
Compatibilização						

24. Relacione as disciplinas que possuem introdução do BIM

25. Os conteúdos BIM abordados nas disciplinas estão relacionados a:

- Introdução ao BIM;
- Uso de Softwares;
- Metodologia;
- Habilidades e competências;
- Não sei responder;
- Outro: _____

26. Qual a estimativa de alunos já capacitados?

27. Houve alguma publicação em eventos acadêmicos ou periódicos, acerca de trabalhos em BIM desenvolvidos no curso?

- Sim
- Não
- Não sei responder

28. Há alguma iniciativa BIM na Extensão Acadêmica?

- Sim
- Não
- Não sei responder

29. Caso positivo, qual? Por favor, explicar.

30. Há alguma iniciativa BIM na Iniciação Científica?

- Sim
- Não
- Não sei responder

31. Caso positivo, qual? Por favor, explicar.

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

CAPACITAÇÃO DOCÊNCIA

33. Nível de conhecimento BIM do corpo docente (autodeclarado)

- Nenhum;
- Pouco;
- Mediano;
- Muito conhecimento;

- Especialista;
- Não sei responder.

34. Nível de envolvimento BIM do corpo docente (autodeclarado)

- Nenhum;
- Pouco;
- Mediano;
- Muito conhecimento;
- Especialista;
- Não sei responder.

35. Qual a porcentagem de docentes que manipulam tecnologias BIM (quantidade de docentes que manipulam tecnologias BIM / quantidade total de docentes do curso)?

- 0% a 10%;
- 11% a 30%;
- 31% a 50%;
- 51% a 70%;
- 71% a 100%;
- Não sei responder.

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

- Sim
- Não
- Não sei responder

TECNOLOGIA

37. Em relação ao investimento em softwares, hardwares e rede:

- Acima do esperado;
- Abaixo do esperado;
- O esperado;
- Não sei responder.

38. Quais softwares BIM a instituição possui?

39. A instituição possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de softwares BIM?

- Sim
- Não
- Não sei responder

40. Em caso positivo, com qual(is) desenvolvedor(es)?

41. O acordo ou parceria consiste em:

- Fornecimento de softwares BIM para acesso na IES;

() Fornecimento de softwares BIM para acesso individual dos alunos (fora da IES);

() Capacitação do corpo docente;

() Capacitação dos alunos;

() Não sei responder;

() Outro: _____

42. A instituição possui algum acordo ou parceria com fabricantes de hardware (equipamentos)?

() Sim

() Não

() Não sei responder

43. Em caso positivo, com qual(is) fabricante(s)?

44. O acordo ou parceria consiste em:

() Fornecimento de hardwares para a IES;

() Fornecimento de hardwares para alunos (com descontos);

() Manutenção;

() Programa de substituição e modernização dos hardwares;

() Não sei responder;

() Outro: _____

APÊNDICE D – MATRIZ DE MATURIDADE

Estratégia				
Missão, Visão, Metas e Objetivos, juntamente com o suporte de gestão e Comitê de Planejamento BIM.				
	Missão institucional e Metas	Visão e Objetivos BIM	Planejamento BIM	Suporte de gestão
	A Missão é o propósito fundamental para a existência de uma instituição. As Metas são objetivos específicos que a organização deseja alcançar.	Visão é uma imagem do que uma instituição está se esforçando para se tornar. Objetivos são tarefas ou etapas específicas que, quando realizadas, movem a organização em direção a seus objetivos.	O Comitê de Planejamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia BIM da organização	Em que nível a gestão apoia o processo de planejamento BIM
Inexistente	Não há missão ou objetivos institucionais definidos	Nenhuma visão ou objetivos BIM definidos	Nenhum Comitê de Planejamento BIM estabelecido	Sem suporte de gestão
Inicial	Há uma missão institucional básica estabelecida	Visão BIM básica é estabelecida	Pequeno Comitê, mas de iniciativa própria dos interessados em BIM	Suporte limitado para estudo de viabilidade

Gerenciado	Há um documento formal que estabelece a missão e os objetivos institucionais básicos	Objetivos BIM básicos estabelecidos	O Comitê BIM é formalizado, mas não inclui todas os setores institucionais que operam BIM	Suporte total para implementação BIM com algum comprometimento de recursos	
Definido	Existe um documento formal bem definido com a missão, abordando o propósito, serviços e valores (no mínimo)	Visão BIM aborda missão, estratégia e cultura	Comitê multidisciplinar de planejamento BIM estabelecido com membros de todos os setores institucionais que utilizam o BIM	Suporte total para implementação BIM com comprometimento de recursos apropriado	
Qualificado	No documento de missão as metas são específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunas	Os objetivos do BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunos	O Comitê de Planejamento inclui membros de todos os níveis da instituição, incluindo a alta administração	Suporte limitado para esforços contínuos com um orçamento limitado	
Otimizado	A missão e metas são regularmente revisadas, mantidas e atualizadas (conforme necessário). Há um acompanhamento e mensuração das metas atingidas.	Visão e objetivos são regularmente revisados, mantidos e atualizados (conforme necessário)	As decisões de planejamento BIM são integradas ao planejamento estratégico organizacional	Suporte total de esforços contínuos	
Uso BIM					
Os métodos específicos de implementação de BIM					
	Projetos	Operacionais	Ensino	Pesquisa	Extensão
	Os métodos específicos de implementação de BIM em projetos.	Os métodos específicos de uso de BIM dentro da organização para Operação e Manutenção.	A aplicação do BIM no ensino	A aplicação do BIM na pesquisa	A aplicação do BIM na extensão
Inexistente	Nenhum uso BIM para projetos identificados.	Nenhum uso BIM para operações identificado.	Em nenhum componente curricular é apresentado o BIM	Nenhuma iniciativa BIM formalizada na pesquisa científica acadêmica	Nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica
Inicial	Requisitos mínimos de BIM como proprietário (quando contrata empresa para fazer o projeto), ou seja, apenas utiliza as ferramentas para acompanhar a execução do projeto em BIM.	Modelo BIM de registro (<i>as-built</i>) recebido pelas operações de alguma edificação da instituição.	Há a apresentação do BIM mas depende da iniciativa do docente ou disciplina eletiva	Há pouca pesquisa científica em BIM, mas de iniciativas pontuais	Há pouca atividade de extensão acadêmica em BIM, mas de iniciativas pontuais sem formalização junto a IES.

Gerenciado	Usos mínimos de BIM necessários para execução dos projetos.	Registro de dados BIM importados ou referenciados para usos operacionais de todas as edificações.	O BIM é apresentado formalmente em alguns componentes curriculares obrigatórios	Há pesquisa científica em BIM de iniciativas pontuais com publicações esporádicas, sem uma periodicidade, voltada para eventos internos da IES.	Há atividade de extensão acadêmica em BIM de iniciativas pontuais com formalização junto a IES.
Definido	Uso extensivo de BIM com compartilhamento limitado entre as partes.	Dados BIM mantidos manualmente para usos operacionais de todas as edificações da instituição.	O BIM é apresentado em todos os componentes curriculares que tratam da modelagem ou gerenciamento de projetos	Há pesquisa BIM, por entenderem a sua importância, com publicações esporádicas, sem periodicidade, com alcance em congressos regionais e nacionais.	Há continuamente atividade de extensão acadêmica em BIM com formalização junto a IES.
Qualificado	Uso extensivo do BIM com bom compartilhamento entre as partes na fase do projeto.	Os dados BIM são integrados diretamente aos sistemas operacionais de toda infraestrutura da instituição.	O BIM é institucionalmente incentivado e contextualizado em todo o processo formativo de ensino	Há pesquisa BIM muito bem explorada, com publicações planejadas e de alcance em congressos regionais e nacionais, e periódicos nacionais.	Há continuamente atividade de extensão acadêmica em BIM com formalização junto a IES e estas ações são permanentemente avaliadas e atualizadas.
Otimizado	Compartilhamento aberto de dados BIM em todas as partes e fases do projeto.	Dados BIM de toda infraestrutura da instituição mantidos com sistemas operacionais em tempo real.	O BIM é formalizado no projeto pedagógico como essencial ao processo de ensino e o modelo curricular é continuamente atualizado para acompanhar as tendências tecnológicas	Há pesquisa BIM muito bem explorada na instituição com publicações planejadas com alcance em periódicos internacionais.	Há continuamente atividade de extensão acadêmica em BIM com formalização junto a IES e estas ações seguem a previsão do planejamento estratégico.

Processo			
Os meios pelos quais os usos BIM são realizados			
	Processos de Projeto	Processos Organizacionais	Entregáveis
	A documentação dos Processos BIM do Projeto Externo	A documentação dos Processos BIM Institucionais Internos	Com relação aos modelos BIM desenvolvidos ou adquiridos pela instituição. Para a avaliação da academia, considerar o nível de detalhamento ensinado.
Inexistente	Nenhum processo BIM de projeto externo	Nenhum processo BIM institucional interno	Os modelos 3D, quando feitos, são utilizados

	documentado	documentado	principalmente para gerar representações precisas em 2D	
Inicial	Processo BIM de alto nível documentado para cada parte	Processo BIM de alto nível documentado para cada unidade operacional	Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D	
Gerenciado	Processo BIM integrado de alto nível documentado	Processo institucional integrado de alto nível documentado	Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos	
Definido	Processo BIM detalhado documentado para usos BIM primários	Processo BIM detalhado documentado para usos institucionais primários	Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações, estudos analíticos e apresentam dados importantes para operação e manutenção	
Qualificado	Processo BIM detalhado documentado para todos os usos BIM	Processo BIM detalhado documentado para todos os usos BIM	O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos da instituição	
Otimizado	Processo BIM detalhado documentado e regularmente mantido e atualizado	Processo BIM detalhado documentado e regularmente mantido e atualizado	Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis	
Infraestrutura				
Sistemas tecnológicos e físicos necessários para o funcionamento do BIM na instituição				
	Software	Hardware	Redes	Espaços Físicos
	Programas e outras informações operacionais usadas por um computador para executar o BIM.	Interconexões físicas e dispositivos necessários para armazenar e executar software BIM.	Infraestrutura de rede para compartilhamento de dados e conhecimento entre os usuários BIM e as partes interessadas no processo.	Áreas funcionais dentro de uma instalação usadas para implementar corretamente o BIM dentro da instituição.
Inexistente	Sem software BIM.	Nenhum hardware capaz de executar software BIM.	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias.	Sem espaço BIM dedicado.
Inicial	Possui software capaz de aceitar dados BIM, mas não é regulamentado ou padronizado pela instituição.	Algum hardware capaz de executar software BIM básico.	Equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados.	Estação de trabalho única para visualização de dados BIM.

Gerenciado	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da instituição.	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da instituição.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas.	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da organização.
Definido	Sistemas de software BIM avançados, gerenciados e controlados para cada tipo de serviço a ser utilizado.	Alguns sistemas de hardware avançados com a organização.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento são geridas através de plataformas comuns.	Sala BIM para colaboração com capacidade de visualização em tela grande.
Qualificado	Todos os sistemas de software BIM disponíveis para todo o pessoal. A implantação dos softwares segue requisitos estratégicos para implantação.	Todo o hardware da organização é capaz de executar software BIM avançado.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento.	Vários espaços de trabalho colaborativos dentro do espaço de trabalho regular.
Otimizado	Política de atualização contínua de sistemas de software BIM estabelecida, sempre atendendo as demandas tecnológicas e objetivos estratégicos.	Programa estabelecido para atualização contínua de sistemas de hardware BIM.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas.	Programa estabelecido para atualização contínua dos espaços BIM.
Pessoal				
Recursos humanos da instituição				
	Atividades	Hierarquia Institucional	Treinamento	Preparação para mudanças
	Como se definem as atividades e funções de cada ator BIM na instituição.	Um arranjo de pessoal e grupo em grupos funcionais dentro da organização	Treinar é ensinar de forma a torná-lo apto, qualificado ou proficiente em uma tarefa ou processo específico	A vontade e o estado de preparação de uma organização para integrar o BIM
Inexistente	As funções são ambíguas e as estruturas das equipes são inconsistentes. Não há como prever a produtividade, pois depende do heroísmo individual	Hierarquia organizacional não aborda BIM	Nenhum programa de treinamento	Ainda é preciso conscientizar e convencer sobre a necessidade de mudança

Inicial	As funções são informalmente são definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A produtividade ainda é indefinida	Campeão BIM fora da hierarquia institucional típica	Programa de treinamento executado por fornecedores - apenas para o pessoal necessário	Necessidade estabelecida para BIM pela instituição. Parte da comunidade compra a ideia de implantação do BIM.
Gerenciado	As funções BIM são definidas e há um planejamento e comunicação transversal para as atividades BIM dentro da instituição, iniciando uma cooperação interna	Pequena equipe de implementação de BIM fora da hierarquia típica da instituição	Programa de treinamento interno para todo o pessoal que pode interagir com o BIM	Compromisso da alta administração
Definido	A colaboração transversal é institucionalizada e há uma ferramenta para este fim. O fluxo de informação é estabilizado. As funções BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma consistente	Grande grupo interdisciplinar BIM criado	Programas de treinamento regularmente conduzidos e de rotina	Alta administração e parte da comunidade institucional já comprou a ideia
Qualificado	As atividades a serem executadas seguem os valores institucionais. A produtividade é consistente e previsível	Campeão BIM definido dentro de cada setor institucional	Programa de treinamento sob demanda estabelecido para a organização	Todos os indivíduos aderem
Otimizado	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para acompanhar os avanços tecnológicos e alinhar com a estratégia institucional	A equipe de implementação do BIM apoia o uso do BIM nos setores institucionais	O treinamento é aparentemente melhorado por meio de lições aprendidas dentro da organização	A vontade de mudar faz parte da cultura da organização

APÊNDICE E – CÁLCULO DO NÍVEL DE MATURIDADE

a) Processos:

$$N_p = \frac{E + U + P}{3} \quad (1)$$

Onde,

N_p – Nível de Maturidade da dimensão Processos;

E – Média da pontuação da subdimensão Estratégia (Equação 2);

U – Média da pontuação da subdimensão Uso BIM (Equação 6);

P – Média da pontuação da subdimensão Processo (Equação 10).

Para obtenção das médias dos subgrupos, E , U e Pr , utiliza-se as equações (2), (6) e (10):

$$E = \frac{E_G + E_E + E_A}{3} \quad (2)$$

Onde,

E_G – Média do grupo Gestão na subdimensão Estratégia;

E_E – Média do grupo Equipe na subdimensão Estratégia;

E_A – Média do grupo Academia na subdimensão Estratégia.

Para calcular as médias de cada grupo, utiliza-se as médias aritméticas das notas atribuídas, conforme as equações (3), (4) e (5):

$$E_G = \frac{E1_G + E2_G + E3_G + E4_G}{4} \quad (3)$$

Onde,

$E1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Missão institucional e Metas no grupo Gestão;

$E2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Visão e Objetivos BIM no grupo Gestão;

$E3_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Planejamento BIM no grupo Gestão;

$E4_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Suporte de gestão no grupo Gestão.

$$E_E = \frac{E1_E + E2_E + E3_E + E4_E}{4} \quad (4)$$

Onde,

$E1_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Missão institucional e Metas no grupo Equipe;

$E2_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Visão e Objetivos BIM no grupo Equipe;

$E3_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Planejamento BIM no grupo Equipe;

$E4_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Suporte de gestão no grupo Equipe.

$$E_A = \frac{E1_A + E2_A + E3_A + E4_A}{4} \quad (5)$$

Onde,

$E1_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Missão institucional e Metas no grupo Academia;

$E2_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Visão e Objetivos BIM no grupo Academia;

$E3_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Planejamento BIM no grupo Academia;

$E4_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Suporte de gestão no grupo Academia.

$$U = \frac{U_G + U_E + U_A}{3} \quad (6)$$

Onde,

U_G – Média do grupo Gestão na subdimensão Uso BIM;

U_E – Média do grupo Equipe na subdimensão Uso BIM;

U_A – Média do grupo Academia na subdimensão Uso BIM.

Para calcular as médias de cada grupo, utiliza-se as médias aritméticas das pontuações atribuídas, conforme as equações (7), (8) e (9):

$$U_G = \frac{U1_G + U2_G}{2} \quad (7)$$

Onde,

$U1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM em Projetos no grupo Gestão;

$U2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM Operacionais no grupo Gestão.

$$U_E = \frac{U1_E + U2_E}{2} \quad (8)$$

Onde,

$U1_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM em Projetos no grupo Equipe;

$U2_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM Operacionais no grupo Equipe.

$$U_A = \frac{U3_A + U4_A + U5_A}{3} \quad (9)$$

Onde,

$U3_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM em Ensino no grupo Academia;

$U4_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM em Pesquisa no grupo Academia;

$U5_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Uso BIM em Extensão no grupo Academia;

$$P = \frac{P_G + P_E + P_A}{3} \quad (10)$$

Onde,

P_G – Média do grupo Gestão na subdimensão Processo;

P_E – Média do grupo Equipe na subdimensão Processo;

P_A – Média do grupo Academia na subdimensão Processo.

Para calcular as médias de cada grupo, utiliza-se as médias aritméticas das pontuações atribuídas, conforme as equações (11), (12) e (13):

$$P_G = \frac{P1_G + P2_G + P3_G}{3} \quad (11)$$

Onde,

$P1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Processos de Projeto no grupo Gestão;

$P2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Processos Organizacionais no grupo Gestão;

$P3_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Entregáveis no grupo Gestão.

$$P_E = \frac{P1_E + P2_E + P3_E}{3} \quad (12)$$

Onde,

$P1_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Processos de Projeto no grupo Equipe;

$P2_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Processos Organizacionais no grupo Equipe;

$P3_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Entregáveis no grupo Equipe.

$$P_A = P3_A \quad (13)$$

Onde,

$P3_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Entregáveis no grupo Academia;

b) Tecnologias:

$$N_T = \frac{T_G + T_E + T_A}{3} \quad (14)$$

Onde,

N_T – Nível de Maturidade da dimensão Tecnologias;

T_G – Média da pontuação da dimensão Tecnologias no grupo Gestão;

T_E – Média da pontuação da dimensão Tecnologias no grupo Equipe;

T_A – Média da pontuação da dimensão Tecnologias no grupo Academia.

Para calcular as médias de cada grupo, utiliza-se as médias aritméticas das pontuações atribuídas, conforme as equações (15), (16) e (17):

$$T_G = \frac{T1_G + T2_G + T3_G + T4_G}{4} \quad (15)$$

Onde,

$T1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade *Software* no grupo Gestão;

$T2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade *Hardware* no grupo Gestão;

$T3_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Redes no grupo Gestão;

$T4_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Espaços Físicos no grupo Gestão.

$$T_E = \frac{T1_E + T2_E + T3_E + T4_E}{4} \quad (16)$$

Onde,

$T1_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade *Software* no grupo Equipe;

$T2_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade *Hardware* no grupo Equipe;

$T3_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Redes no grupo Equipe;

$T4_E$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Espaços Físicos no grupo Equipe.

$$T_A = \frac{T1_A + T2_A + T3_A + T4_A}{4} \quad (17)$$

Onde,

$T1_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade *Software* no grupo Academia;

$T2_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade *Hardware* no grupo Academia;

$T3_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Redes no grupo Academia;

$T4_A$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Espaços Físicos no grupo Academia.

c) Pessoas:

$$N_H = \frac{H_G + H_E + H_A}{3} \quad (18)$$

Onde,

N_H – Nível de Maturidade da dimensão Pessoas;

H_G – Média da pontuação da dimensão Pessoas no grupo Gestão;

H_E – Média da pontuação da dimensão Pessoas no grupo Equipe;
 H_A – Média da pontuação da dimensão Pessoas no grupo Academia.

Para calcular as médias de cada grupo, utiliza-se as médias aritméticas das pontuações atribuídas, conforme as equações (19), (20) e (21):

$$H_G = \frac{H1_G + H2_G + H3_G + H4_G}{4} \quad (19)$$

Onde,

$H1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Atividades no grupo Gestão;

$H2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Hierarquia Institucional no grupo Gestão;

$H3_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Treinamento no grupo Gestão;

$H4_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Preparação para mudanças no grupo Gestão.

$$H_E = \frac{H1_E + H2_E + H3_E + H4_E}{4} \quad (20)$$

Onde,

$H1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Atividades no grupo Equipe;

$H2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Hierarquia Institucional no grupo Equipe;

$H3_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Treinamento no grupo Equipe;

$H4_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Preparação para mudanças no grupo Equipe.

$$H_A = \frac{H1_A + H2_A + H4_A}{3} \quad (21)$$

Onde,

$H1_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Atividades no grupo Academia;

$H2_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Hierarquia Institucional no grupo Academia;

$H4_G$ – Pontuação obtida para a área de maturidade Preparação para mudanças no grupo Academia.

Ao final, também pela média aritmética dos itens em que foram empregados a avaliação, é calculado o Nível de Maturidade BIM Global da Instituição, dado pela Equação 22.

$$M = \frac{N_P + N_T + N_H}{3} \quad (22)$$

Onde,

M – Nível de Maturidade Global da instituição;

N_P – Nível de Maturidade da dimensão Processos (Equação 1);

N_T – Nível de Maturidade da dimensão Tecnologias (Equação 14);

N_H – Nível de Maturidade da dimensão Pessoas (Equação 18).

APÊNDICE F – LISTA DAS IFES COM CURSO AEC

INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR (IFES)	SIGLA	Eng. Civil	Arqu. e Urb.	Outro curso AEC	Sem curso AEC
CENTRO FEDERAL DE EDUCACAO TECNOLOGICA DE MINAS GERAIS	CEFET/MG	x			
CENTRO FED DE ED TECNOLOGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA RJ	CEFET/RJ	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG	FURG	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO CIENCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE	IF Catarinense			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE.	IF Fluminense		x		

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA GOIANO	IF Goiano	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SERTAO PERNAMBUCANO	IF Sertão	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS	IFSULDEMINAS	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO ACRE	IFAC			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS - IF/AL	IFAL	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS	IFAM	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO AMAPA	IFAP	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE BRASILIA	IFB	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA	IFBA	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA BAIANO - REITORIA	IFBAIANO				x
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA	IFCE	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO CIENCIA E TECNOLOGIA DO ESPIRITO SANTO	IFES	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA	IFFarroupilha		x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE GOIAS	IFG	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO MARANHAO	IFMA	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS	IFMG	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL	IFMS	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO	IFMT			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO NORTE DE MINAS GERAIS	IFNMG	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO PARA	IFPA	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DA PARAIBA	IFPB	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO	IFPE	x			

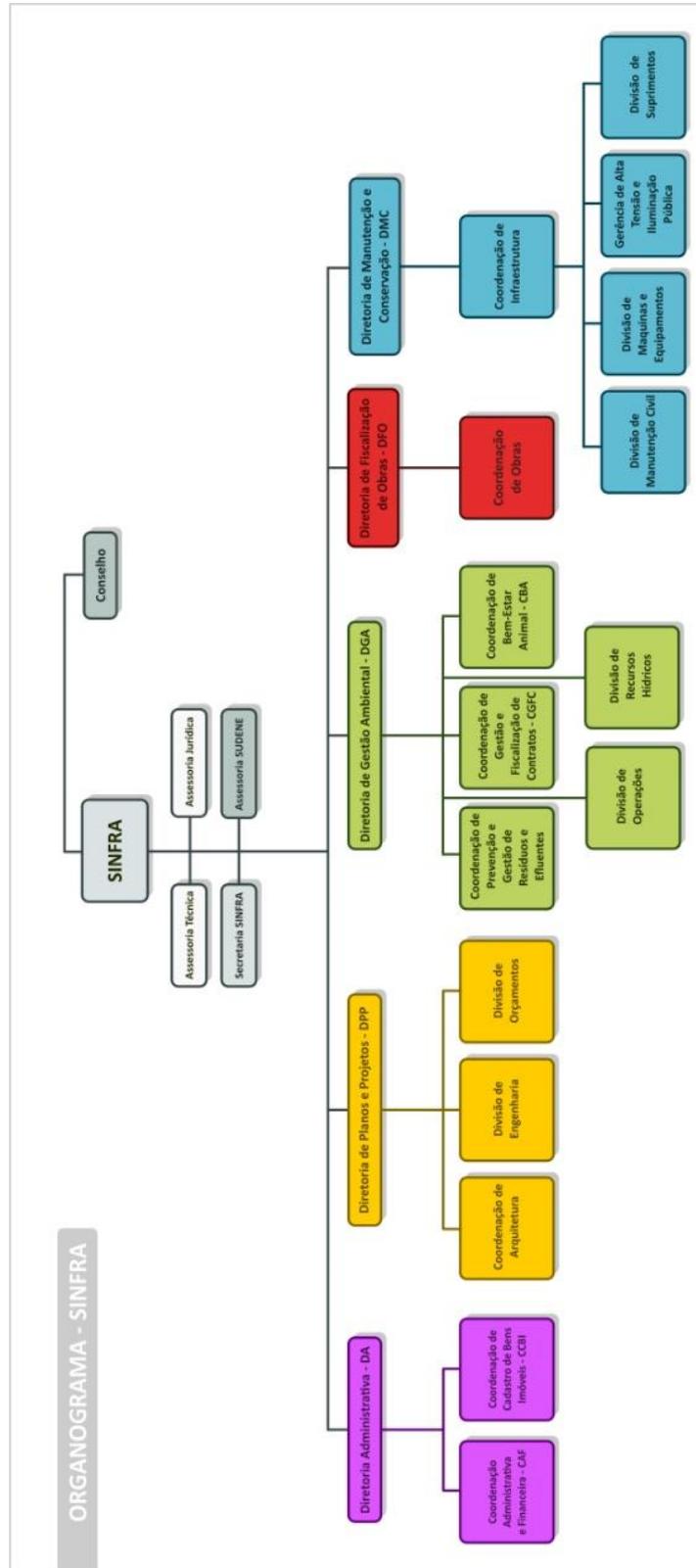
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO PIAUI	IFPI	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO PARANA	IFPR		x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO	IFRJ			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE	IFRN	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE RONDONIA	IFRO	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE RORAIMA	IFRR			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL	IFRS			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE	IFS	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA	IFSC	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS	IFSEMG			x	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE SAO PAULO	IFSP	x	x		
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE - RS	IFSuL	x			
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TRIANGULO MINEIRO	IFTM				x
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS	IFTO	x			
INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONAUTICA	ITA	x			
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - UFABC	UFABC				x
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE	UFAC	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS	UFAL	x	x		
FUNDACAO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS	UFAM	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO - UFAPE	UFAPE				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA	UFBA	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA	UFC	x	x		

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI-UFCA	UFCA	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALAO	UFCAT	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE	UFCG	x	x		
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIENCIAS DA SAUDE DE PORTO ALEGRE	UFCSPA				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAIBA - UFDPAR	UFDPAR				x
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ARIDO - UFERSA	UFERSA	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO	UFES	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE	UFF	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS	UFFS		x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS	UFG	x	x		
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS	UFGD	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAI	UFJ				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF	UFJF	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS	UFLA	x			
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHAO	UFMA	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS	UFMG	x	x		
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL	UFMS	x	x		
FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	UFMT	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA	UFOB	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO	UFOP	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARA	UFOPA	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARA	UFPA	x	x		

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA	UFPB	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	UFPE	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS	UFPEL	x	x		
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI	UFPI	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA	UFPR	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONOPOLIS	UFR				x
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZONIA	UFRA				x
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECONCAVO DA BAHIA - UFRB	UFRB	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	UFRGS	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	UFRJ	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	UFRN	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO	UFRPE	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA	UFRR	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	UFRRJ		x		
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	UFS	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA	UFSB	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	UFSC	x	x		
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SAO CARLOS	UFSCAR	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SAO JOAO DEL-REI	UFSJ	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	UFSM	x	x		
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS	UFT	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO	UFTM	x			

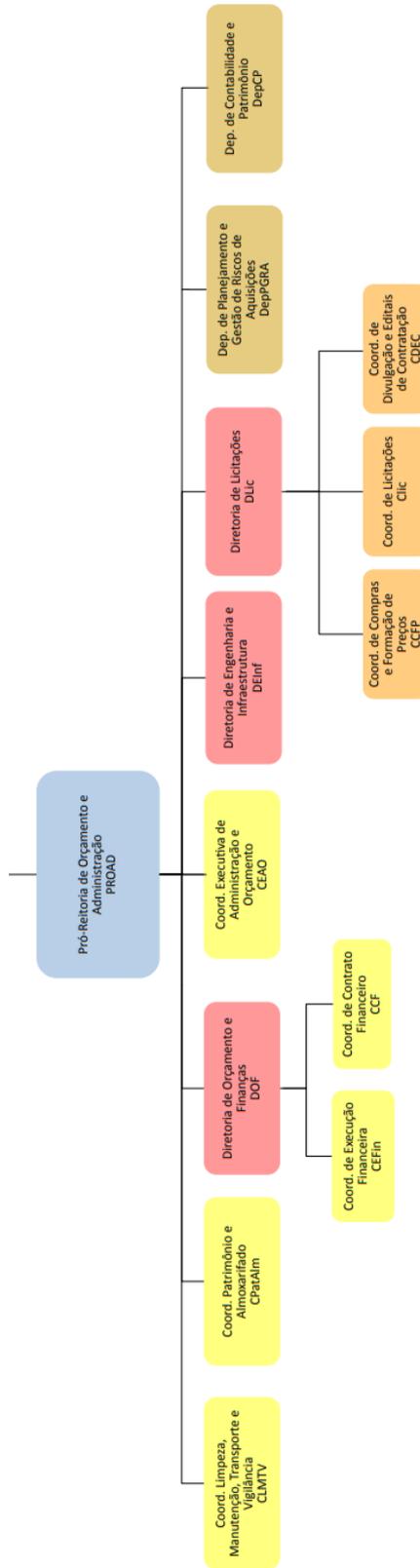
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLANDIA	UFU	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA	UFV	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI	UFVJM	x			
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	UNB	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG	UNIFAL-MG	x			
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ	UNIFAP	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBA	UNIFEI	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO	UNIFESP				
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARA - UNIFESSPA	UNIFESSPA	x	x		
UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA	UNILA	x	x		
UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA	UNILAB				x
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA - UNIPAMPA	UNIPAMPA	x			
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONIA	UNIR	x			
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	UNIRIO				x
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO	UNIVASF	x			
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ	UTFPR	x	x		
TOTAL	109	85	48	7	11

ANEXO A – ORGANOGRAMA SINFRA UFPE



Fonte: SINFRA (2022)

ANEXO B – ORGANOGAMA DEINF - IFSERTÃOPE



Fonte: IFSERTÃOPE (2022)