

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INFRAESTRUTURA EDUCACIONAL

TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN EDUCATIONAL INFRASTRUCTURE

Recebido: 12/07/2021 | Aceito: 15/11/2021 | Publicado: 20/12/2021

Talita Dal’Bosco Re

 Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8684-7904>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6289169825687326>

Universidade do Minho, UMINHO, Portugal

E-mail: talitadalbosco@gmail.com

Davi Gabriel Fernandes Gonçalves¹

 Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5602-0356>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6661341635897960>

Instituto de Educação Superior de Brasília, IESB, Brasil

E-mail: davi.gabriel.92@hotmail.com

RESUMO

O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, por meio do Plano de Ações Articuladas, presta assistência financeira para ações de construção, ampliação e reforma de ambientes educacionais. Devido ao seu grande volume de obras pactuadas a cada ano, torna-se importante a busca por melhorias contínuas na operacionalização de instrumentos de controle, visando à conclusão das obras. Desta forma, entra em cena a *Building Information Modeling* (BIM), pois a implementação dessa metodologia proporcionará uma melhor aplicação dos recursos públicos, além de transparência e controle dos gastos. Portanto, tendo como estudo de caso as obras pactuadas pela Autarquia, busca-se nesta pesquisa levantar dados acerca da necessidade de incentivar a adoção do BIM no FNDE e propor um roteiro de implementação.

Palavras-chave: Plano de Ações Articuladas (PAR). Obras Públicas. Implementação BIM. *Building Information Modeling*.

ABSTRACT

The National Fund for the Development of Education, through the Plan of Articulated Actions, provides financial assistance for construction, expansion and renovation of educational environments. Due to the large volume of works agreed each year, it is important to search for continuous improvements in the operationalization of these instruments aiming at the conclusion of these works. In this way, Building Information Modeling (BIM) enters the scene, where the implementation of this methodology will provide a better application of public resources, in addition to transparency and control of expenses. Therefore, having as a case study the works agreed by the municipality, this research seeks to collect data on the need and propose an implementation roadmap to encourage the adoption of BIM in the FNDE.

Keywords: Articulated Action Plan (PAR). Public Works. BIM Implementation. Building Information Modeling.



1. Introdução

A discussão sobre a qualidade na educação básica impulsiona o Ministério da Educação (MEC) a se posicionar sobre a importância da formação de professores e gestores qualificados, além da oferta de escolas adequadas para o ensino.

Nesse sentido, observa-se a criação de diversos instrumentos com o objetivo de prestar um serviço de qualidade para a Educação Básica. Dentre eles, destaca-se a criação, em 2007, do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) – conjunto de programas que objetivam dar consequência às metas quantitativas estabelecidas no Plano Nacional de Educação (PNE). O PDE tem como marco o Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007, que dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, elaborado com o objetivo de unir esforços da União, estados, municípios, Distrito Federal e comunidade em prol da melhoria da qualidade da educação básica (BRASIL, 2007).

O apoio da União se dá de forma direta, quando cabível, ou pelo incentivo e assistência técnica ou financeira aos entes federados. Portanto, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) ganha destaque ao se tornar a ponte de ligação entre as ações elaboradas pelo MEC, para apoiar os entes federados, e a implementação dessa política no âmbito da gestão municipal ou estadual, cumprindo, desta forma, sua missão de “prestar assistência técnica e financeira e executar ações que contribuam para uma educação de qualidade a todos” (FNDE, 2018).

A operacionalização do apoio da União, em caráter suplementar e voluntário, acontece por meio do Plano de Ações Articuladas (PAR), instituído pela Lei nº 12.695, de 25 de julho de 2012, que tem por objetivo promover a melhoria da qualidade da educação básica pública, observadas as metas, diretrizes e estratégias do Plano Nacional de Educação (FNDE, c2017).

Dentre os apoios prestados pelo FNDE, por meio do PAR, destacam-se as iniciativas para a construção, ampliação ou reforma de creches, pré-escolas, escolas e quadras esportivas. Entre os anos de 2007 a 2020, foram celebrados 29.449 instrumentos de obras, para assistência em todo o país.

Portanto, sendo o FNDE um grande provedor de recursos para obras públicas, torna-se importante a busca por melhorias contínuas na operacionalização desses instrumentos, visando à conclusão dos projetos para o atingimento dos objetivos da política pública. Nesse viés, inovações tecnológicas estão sendo aplicadas na indústria da construção. Na administração pública não poderia ser diferente. Sendo cada vez mais pressionada por cidadãos e órgãos de controle a entregar melhores resultados, a Autarquia precisa buscar soluções para entregas mais efetivas e com qualidade a toda população. À vista disso, a implementação da *Building Information Modeling* – BIM (ou Modelagem da Informação da Construção, em português) ganha destaque.

A implementação da BIM contribuirá para aumentar a eficiência na indústria da construção, por meio de uma maior colaboração entre os participantes do projeto, e redução de retrabalhos com correções e ajustes (MIGILINSKAS *et al.*, 2013).

A disseminação da BIM nas contratações do setor público auxiliaria a obter uma melhor aplicação dos recursos, além de prover transparência e controle dos gastos com obras (BRASIL, 2017b). A tecnologia oferece maior precisão nos projetos, por meio da compatibilização entre as diversas disciplinas, resolvendo pontos conflitantes ainda em fases iniciais.

Ademais, o uso da tecnologia BIM nas obras públicas, pode mitigar em 50% as irregularidades detectadas nas auditorias, realizadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU (MATOS; MIRANDA, 2015).

Com esta visão, o Governo brasileiro instituiu, em 2017, o comitê estratégico de implementação da BIM – CE-BIM (BRASIL, 2017a) e, em agosto de 2019, a Estratégia Nacional de Disseminação da BIM, por meio do Decreto nº 9.983/2019 (BRASIL, 2019), revogando o Decreto nº 9377/2018 (BRASIL, 2018).

Ainda, em 2020, com o intuito de reforçar seu apoio na implementação desta metodologia, publicou o Decreto nº 10.306/2020 (BRASIL, 2020), que estabelece a utilização da BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia por órgãos e entidades da administração pública federal, em prazos escalonados para sua implementação.

No entanto, tais ganhos previstos com a implantação da metodologia BIM somente ocorrerão se houver uma evolução nos processos organizacionais nas partes envolvidas. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo levantar requisitos para solidificar a necessidade da implementação da metodologia BIM na Autarquia, além de propor uma sistemática para a sua implementação.

2. Referencial Teórico

2.1. Plano de Ações Articuladas

O Plano de Ações Articuladas (PAR) é um planejamento plurianual da política educacional, em que os municípios, estados e o Distrito Federal planejam a atuação da sua gestão educacional, com ações que contribuam para a ampliação da oferta e melhoria das condições escolares. O PAR opera em ciclos e se encontra, atualmente, em seu quarto ciclo (2021-2024).

O apoio técnico ou financeiro do FNDE é prestado no âmbito do PAR, em caráter suplementar e voluntário, às redes públicas de educação básica dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, conforme disposto na Lei nº 12.695, de 25 de julho de 2012 (FNDE, c2017). Essa transferência voluntária é operacionalizada por meio do Sistema Integrado de Monitoramento, Execução e Controle do Ministério da Educação (SIMEC), módulos PAR e Obras 2.0², contando com etapas específicas que deverão ser cumpridas pelos entes federativos e pelo FNDE até a geração do instrumento de pactuação, a saber: diagnóstico, planejamento das ações educacionais e análise técnica. Na Tabela 1 pode ser observada a abrangência do PAR.

² O Sistema Integrado de Monitoramento, Execução e Controle do Ministério da Educação (SIMEC) é um portal operacional e de gestão do MEC, que trata do orçamento e monitoramento das propostas on-line do Governo Federal na área da educação. É no SIMEC que os gestores verificam o andamento dos Planos de Ações Articuladas em suas cidades. Dentre os diversos módulos do sistema destacam-se aqui o módulo PAR – os municípios inserem seu estudo de demanda e aguardam aprovação – e o módulo Obras – onde é realizado o monitoramento das obras pactuadas por meio de inserção de vistorias realizadas pelos fiscais dos municípios (FNDE, c2017).

Tabela 1 – Abrangência do PAR

ABRANGÊNCIA DO PAR				
Nível	Etapa	Modalidade	Ações Pedagógicas	Ações de Infraestrutura
Educação Básica	Educação infantil; Ensino fundamental; Ensino médio	Educação especial; Ensino tecnológico e profissional; Educação de jovens e adultos; Educação ambiental; Educação do Campo; Educação étnico-racial; Educação indígena; Educação quilombola	Acervos bibliográficos; Formação continuada e capacitação; Jornada literária; Material didático; Material pedagógico; Material escolar; Material de consumo; Cursos EAD; Materiais esportivos	Ampliação; Construção; Reforma; Equipamentos; Ônibus escolares; Ônibus acessível; Bicicleta e capacete; Equipamentos e kit de cozinha; Brinquedos; Equipamentos de climatização; Instrumentos musicais; Mobiliário; Computadores, projetores e tablets

Fonte: FNDE, c2017

2.2. Infraestrutura Educacional

No âmbito do PAR, na dimensão de infraestrutura física, são pactuadas ações importantes para viabilizar o acesso do aluno a um espaço físico de qualidade, bem como atender às demandas sociais, por matrículas na rede pública da educação básica em todas as esferas, por meio de construção, ampliação e reforma de escolas, abrangendo o público escolar do campo, das áreas indígenas, quilombolas e urbanas.

Essas ações podem ocorrer por meio de projetos próprios, elaborados pelo ente federado e submetidos ao FNDE, ou utilizando-se dos projetos padronizados de creches, ampliações de creches, escolas, quadras escolares e coberturas de quadras escolares, disponibilizados pela Autarquia. O apoio às ações de infraestrutura escolar ocorre por meio de repasses financeiros, conforme regras de Convênios e Termos de Compromissos celebrados, sendo o FNDE responsável pelo monitoramento dessas ações e pela garantia do cumprimento do objeto do pacto, e o Ente Federativo responsável pela execução do objeto pactuado.

As ações de infraestrutura escolar se inserem no âmbito de competências da Diretoria de Gestão Articulação e Projetos Educacionais - DIGAP. Por definição no regimento do FNDE, esta diretoria tem dentre as suas atribuições, ações destacadas por esse estudo, conforme recorte a seguir:

[...]

II - planejar, coordenar, supervisionar, monitorar e controlar a execução, no âmbito do FNDE, das ações de programas e projetos educacionais realizados em parceria com as Secretarias, fundações e autarquias do Ministério da Educação e outros órgãos e entidades nas esferas federal, estadual e municipal;

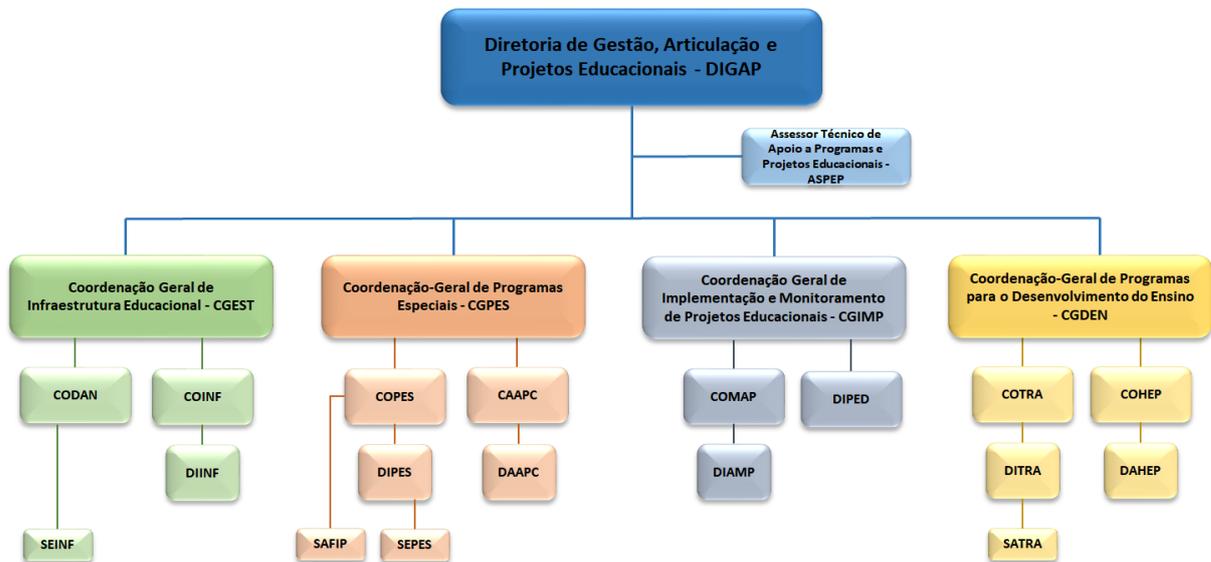
[...]

V - prestar assistência financeira e suporte técnico aos Estados e Municípios na execução de projetos educacionais para a melhoria da infraestrutura das redes públicas e comunitárias de ensino;

VI - coordenar, monitorar e estabelecer parâmetros técnicos para a execução dos programas e projetos educacionais; (FNDE, 2009)

Essa diretoria é dividida em quatro coordenações-gerais, conforme a Figura 1. No que se refere às ações de Infraestrutura Educacional, especialmente à execução e monitoramento da construção, reforma e ampliação de edifícios educacionais, as coordenações diretamente envolvidas são a Coordenação-Geral de Infraestrutura Educacional (CGEST) e a Coordenação-Geral de Implementação e Monitoramento de Projetos Educacionais (CGIMP).

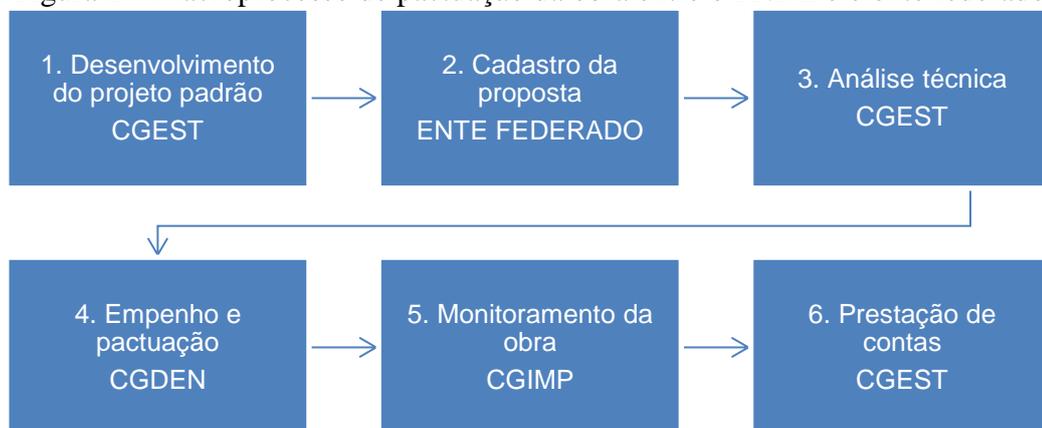
Figura 1 – Organograma da Diretoria de Gestão, Articulação e Projetos Educacionais – DIGAP



Fonte: FNDE

Para uma melhor compreensão da operação e organização da diretoria e suas coordenações, torna-se importante mapear como o macroprocesso de pactuação de obra, entre o FNDE e o ente federado, é operacionalizado, desde a concepção do projeto padrão, até a prestação de contas da obra. Este mapeamento simplificado pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Macroprocesso de pactuação da obra entre o FNDE e o ente federado

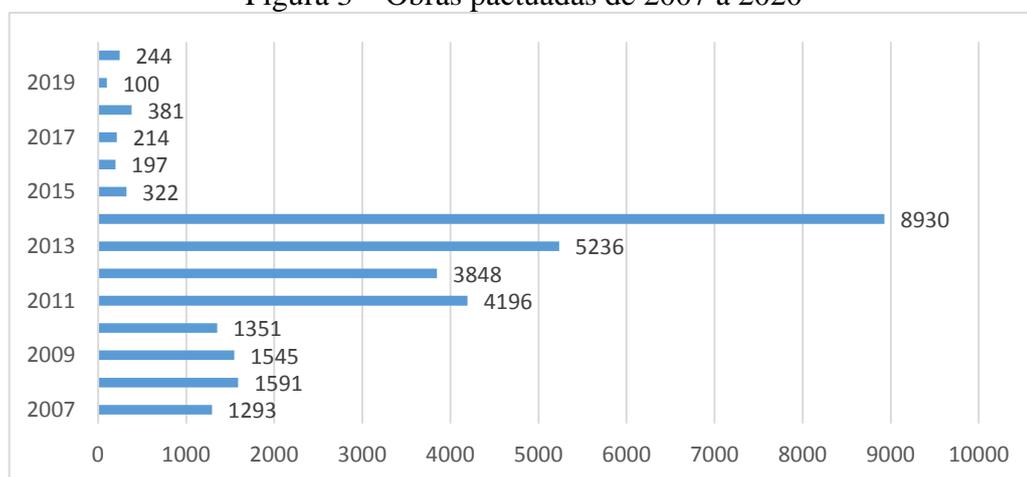


Fonte: Os Autores

Outro ator importante para a execução de todo este Macroprocesso é o Ente Federativo. Desta forma, cumpre informar que o Ente Federativo é o responsável pela adaptação do projeto padronizado ao local de implementação, pelo processo licitatório e contratação da empresa executora e, ainda, pela fiscalização da correta execução da obra. Por isso, é incumbência dos fiscais dos entes federados a alimentação do sistema SIMEC, com vistorias mensais, para assim receberem o subsídio financeiro do FNDE e proporcionar o monitoramento da aplicação dos recursos, realizado pela equipe da CGIMP/DIGAP.

De acordo com os dados disponibilizados no Sistema Integrado de Monitoramento, Execução e Controle – SIMEC, de 2007 a 2020 foram celebradas 29.449 obras em todo o País. Na Figura 3 é apresentada a divisão destas obras por ano de pactuação e, na Tabela 2, a situação, em dezembro de 2020³, do andamento das obras.

Figura 3 – Obras pactuadas de 2007 a 2020



Fonte: SIMEC

Tabela 2 – Situação das obras, Dezembro de 2020

SITUAÇÃO DA OBRA	TOTAL	%
Concluída	15.602	52,98
Contratação	164	0,56
Em Reformulação	139	0,47
Execução	3.707	12,59
Inacabada	2.388	8,11
Licitação	366	1,24
Obra Cancelada	5.676	19,27
Paralisada	851	2,89
Planejamento pelo proponente	556	1,89
TOTAL GERAL	29.449	100

Fonte: SIMEC

³ Data em que os dados foram extraídos para compor este relatório. Cumpre esclarecer que a evolução do sistema é dinâmica devido à alimentação diária por parte dos entes federados.

Cabe destacar que este total de obras inclui projetos padronizados do FNDE e projetos próprios apresentados pelos entes federados.

2.2.1. Projetos Padronizados

O projeto padronizado, fornecido pelo FNDE, é divulgado no site da Autarquia em formatos *pdf e *dwg. São disponibilizados os documentos: projeto arquitetônico, projeto de estrutura, projeto de instalações hidráulicas (água fria, esgoto sanitário, águas pluviais, incêndio e gás combustível), projeto elétrico (elétrico 127V e 220V, cabeamento estruturado, ar condicionado, exaustão e sistema de proteção contra descargas atmosféricas) com suas respectivas Anotações/Registros de Responsabilidade Técnica – ART/RRT, memorial descritivo contendo as especificações e, por fim, planilha orçamentária.

Destaca-se que o projeto padronizado não se adequa perfeitamente a todas as situações técnicas e características socioeconômicas devendo, portanto, contemplar a possibilidade de adaptações e alterações decorrentes de especificidades de implantação local. Essas adaptações devem tanto proporcionar facilidade e agilidade de execução das obras no local, garantindo ainda a adequação bioclimática, quanto devem prezar pelo cumprimento de parâmetros técnicos (segurança, funcionalidade, habitabilidade e etc.) do edifício escolar pactuado.

Assim sendo, após a análise do ente federado, devem ser acrescidos ao projeto básico padrão do FNDE os serviços necessários de implantação e as eventuais modificações e adaptações às condições locais.

Na Tabela 3 pode ser observada a relação dos projetos padronizados disponibilizados no terceiro ciclo do PAR (2016-2020) para a construção de escolas para a educação infantil; na Tabela 4, para a construção de escolas de ensino fundamental; e, na Tabela 5, para construção de quadras e cobertura de quadras.

Tabela 3 – Projetos padronizados de construção de escolas para a educação infantil, 2016-2020

EDUCAÇÃO INFANTIL						
CONSTRUÇÃO DE CRECHES						
TIPOLOGIAS	TERRENO (Dimensões mínimas)	ÁREA TOTAL COBERTA		ÁREA CONSTRUÍDA		DEMANDA ATENDIDA
Projeto Tipo 1 – Convencional	40 m x 60 m	1.514,30	m ²	1.317,99	m ²	188 alunos por turno
Projeto Tipo 2 – Convencional	35 m x 45 m	891,68	m ²	775,85	m ²	94 alunos por turno
AMPLIAÇÃO DE CRECHES EXISTENTES						
TIPOLOGIAS	TERRENO (Dimensões mínimas)	ÁREA TOTAL COBERTA		ÁREA CONSTRUÍDA		DEMANDA ATENDIDA
Módulo de Educação Infantil	-	176,34	m ²	176,34	m ²	48 alunos por turno
Ampliação do Proinfância Tipo B	-	158,12	m ²	115,46	m ²	48 alunos por turno
Ampliação do Proinfância Tipo C	-	98,84	m ²	66,17	m ²	24 alunos por turno

Fonte: FNDE

Tabela 4 – Projetos padronizados de construção de escolas para o ensino fundamental, 2016-2020

ENSINO FUNDAMENTAL						
CONSTRUÇÃO DE ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL						
TIPOLOGIAS	TERRENO (Dimensões mínimas)	ÁREA TOTAL COBERTA		ÁREA CONSTRUÍDA		DEMANDA ATENDIDA
Escola 01 sala de aula	25 m x 35 m	155,71	m ²	113,96	m ²	30 alunos por turno
Escola 02 salas de aula	25 m x 35 m	268,65	m ²	208,83	m ²	60 alunos por turno
Escola 04 salas de aula	50 m x 80 m	972,34	m ²	740,88	m ²	120 alunos por turno
Escola 04 salas de aula com quadra	50 m x 80 m	1.510,08	m ²	1.208,87	m ²	120 alunos por turno
Escola 06 salas de aula	50 m x 80 m	1.129,64	m ²	867,79	m ²	180 alunos por turno
Escola 06 salas de aula com quadra	50 m x 80 m	1.646,22	m ²	1.323,11	m ²	180 alunos por turno
Escola 12 salas de aula com quadra	80 m x 100 m	3.914,55	m ²	3.228,08	m ²	390 alunos por turno

Fonte: FNDE

Tabela 5 – Projetos padronizados de construção de quadras e cobertura de quadras, 2016-2020

ENSINO FUNDAMENTAL						
CONSTRUÇÃO DE QUADRAS E COBERTURAS PARA QUADRAS EXISTENTES						
TIPOLOGIAS	TERRENO (Dimensões mínimas)	ÁREA TOTAL COBERTA		ÁREA CONSTRUÍDA		DEMANDA ATENDIDA
Quadra coberta com vestiário modelo 2	30 m x 41 m	812,76	m ²	812,76	m ²	-
Cobertura de quadra pequena	22 m x 36 m	622,15	m ²	523,32	m ²	-
Cobertura de quadra grande	27 m x 35 m	745,03	m ²	745,03	m ²	-

Fonte: FNDE

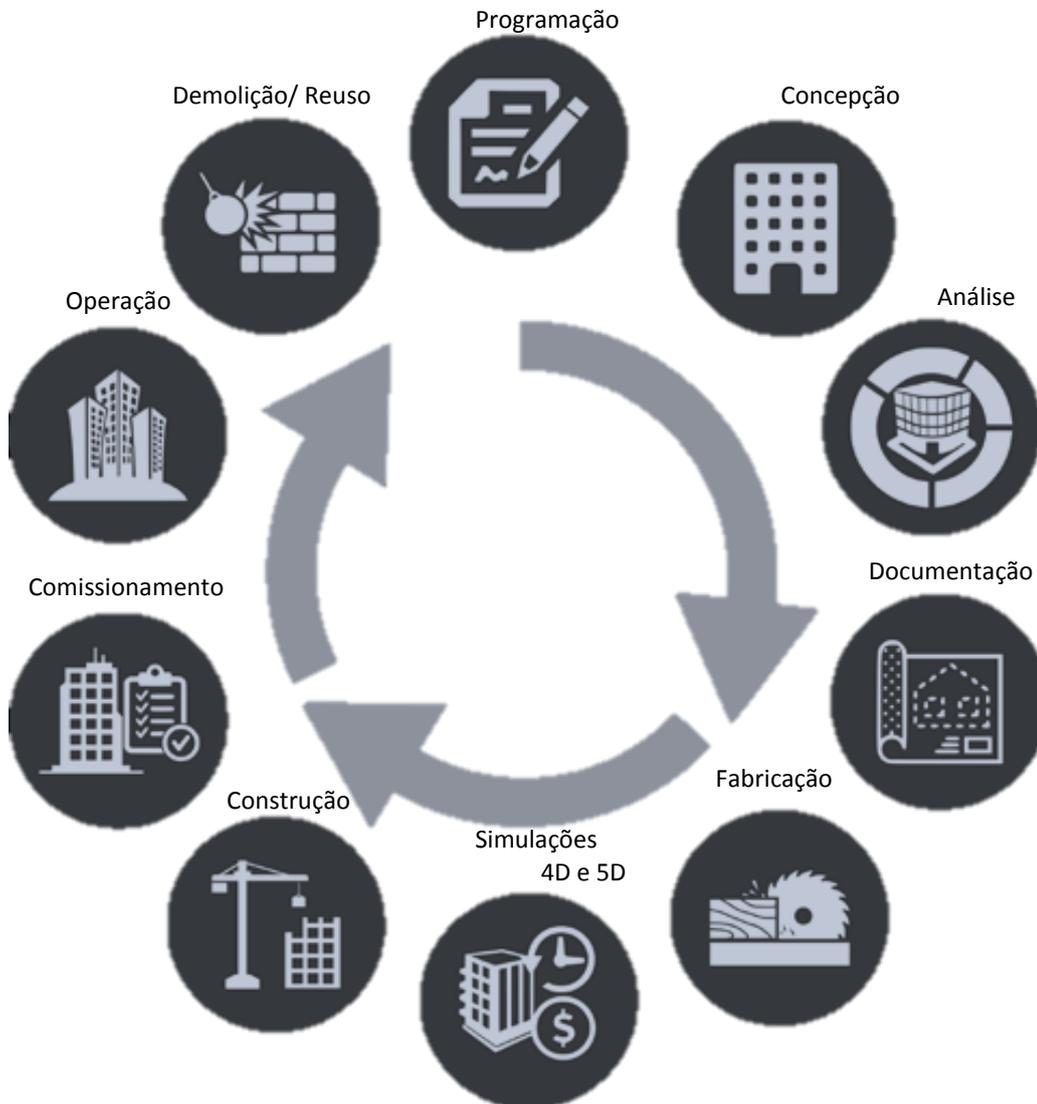
2.3. Building Information Modeling – BIM

2.3.1. O que é BIM e seus Benefícios

A BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações (EASTMAN *et al.*, 2014). É uma construção virtual, onde é possível simular todo o ciclo de vida da edificação, da sua concepção até a sua demolição, como mostrado na Figura 4.

A tecnologia BIM é um processo de gerenciamento de dados da construção durante todo seu ciclo de vida. Neste gerenciamento são usados *softwares* de modelagem 3D em tempo real, e estes visam reduzir tempo e recursos, desde a concepção até a obra. Este processo abrange a geometria da construção com sua informação geográfica, quantidades e todas as propriedades dos elementos construtivos. Com esses dados, alcança-se não só uma obra de qualidade, como também uma manutenção e operação precisa, baseada em dados e históricos (LÓPEZ, 2016).

Figura 4 – BIM no ciclo de vida das edificações

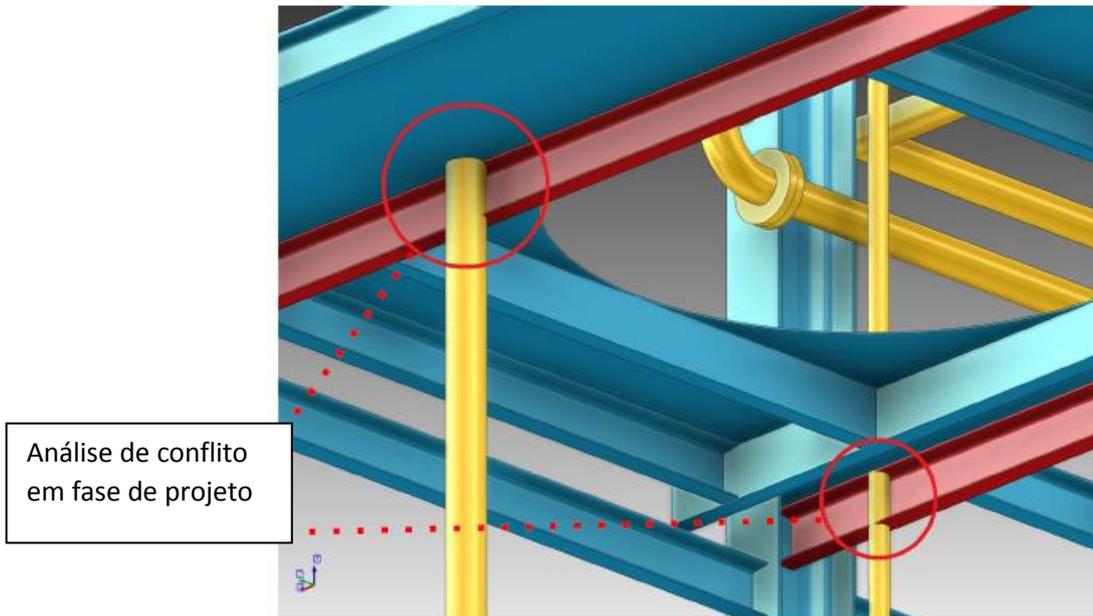


Fonte: Adaptado de Agência, 2017

Exemplificando, no processo BIM é como se uma edificação fosse construída virtualmente no computador antes de ser construída no terreno. Assim como na “vida real”, todas as disciplinas de projeto (arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, etc.) estarão sobrepostas e se relacionando, permitindo a visualização de interferências e facilitando a definição de soluções para a otimização dos projetos.

Desta maneira, é possível verificar se um tubo está atravessando uma viga ainda em projeto, reduzindo assim o tempo e o custo na fase de execução, conforme pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Interferências de diferentes disciplinas



Fonte: BIM NA PRÁTICA, 2018

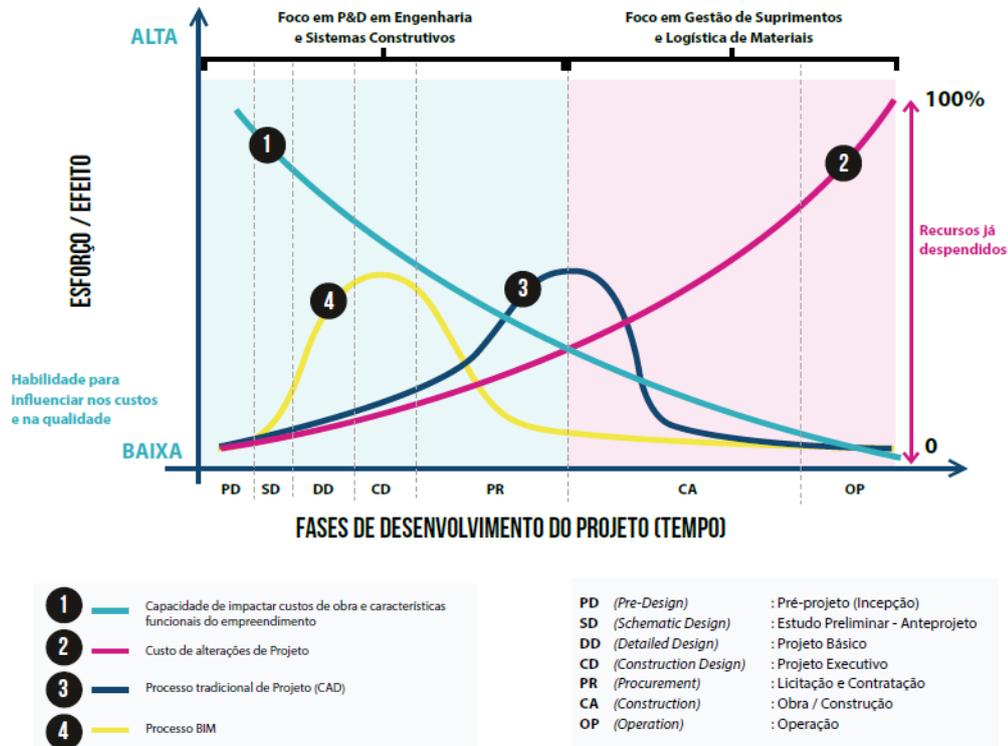
Os sistemas BIM permitem unificar e interligar o modelo arquitetônico com as demais disciplinas de projeto (instalações, estrutura, análise de eficiência energética, topografia, etc.), com o planejamento e com o orçamento da obra. Essa interoperabilidade proporciona um trabalho colaborativo entre todos os profissionais envolvidos, obtendo maior ganho de produtividade na fase de projeto.

Com a adoção da BIM se objetiva investir mais tempo na fase de planejamento e projeto e economizar recursos (tempo e dinheiro) na execução e manutenção da obra. Um volume maior de decisões é tomado nos primórdios da concepção.

Na Figura 6, conhecida como curva de McLeamy, está representada uma das principais mudanças no processo de projeto de arquitetura, engenharia e construção (AEC). No processo BIM, a concentração das decisões de projeto acontece em uma etapa anterior ao processo tradicional, quando o seu impacto é maior e o custo das alterações de projeto é menor (BRASIL, 2017b).

Esse maior esforço inicial resulta, conseqüentemente, em menor esforço nas fases posteriores, e um menor retrabalho durante a etapa de obras. Quanto menos alterações nas fases posteriores, menos desperdício de mão de obra, materiais e tempo, resultando em reduções de custos e prazos e mais qualidade final para os empreendimentos (CBIC, 2016).

Figura 6 – Curva de esforço



Fonte: CBIC, 2016

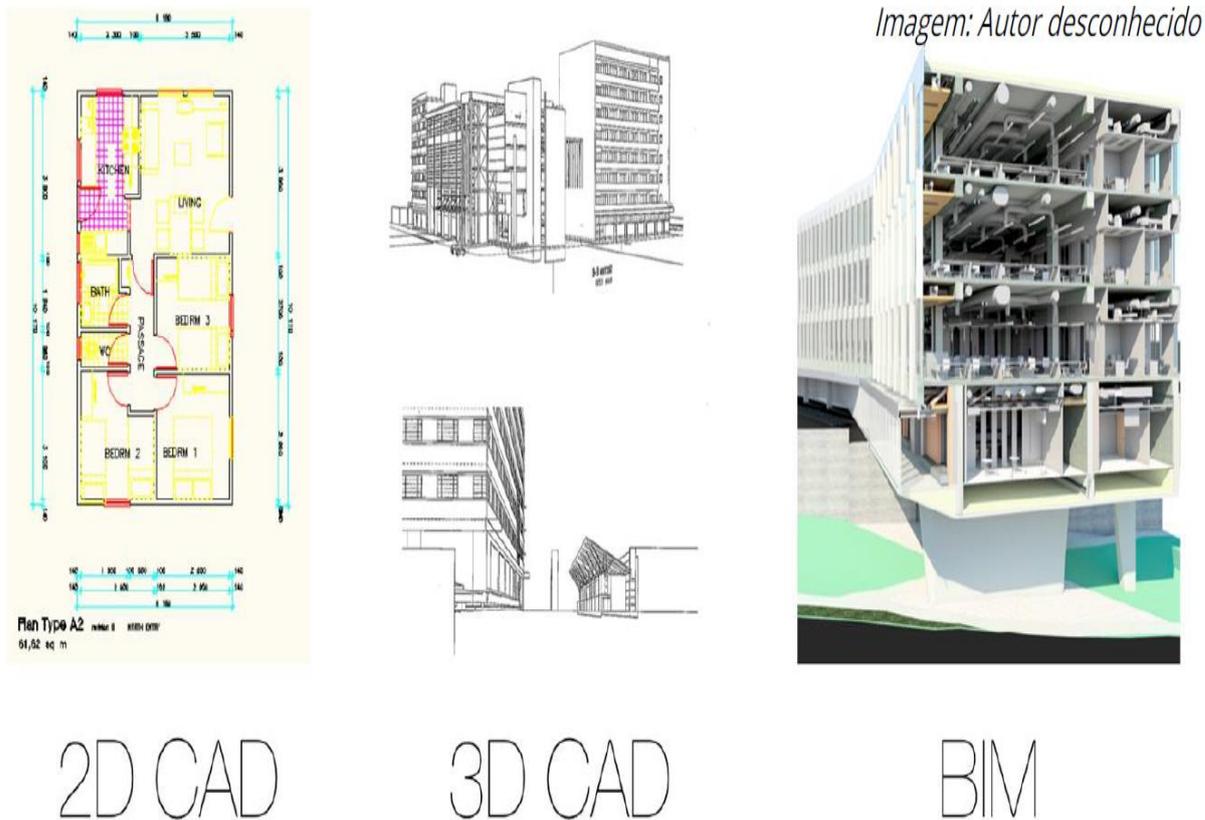
Para projetos públicos, o maior esforço dedicado na fase de projeto com a resolução de interferências de disciplinas, a extração automática de quantitativos e a análise de cronogramas diretamente no modelo virtual resultam em maior confiabilidade dos desenhos produzidos, minimizando os erros de orçamento e, conseqüentemente, reduzindo os aditivos de custo e prazo nas obras.

Portanto, a maior definição de um projeto em suas fases iniciais leva à redução de incertezas e aumenta o rigor do empreendimento.

Os componentes de um projeto em BIM não são meras representações gráficas 2D, ou seja, quando se define uma parede em um projeto, não são apenas linhas ou superfícies, mas se define que a parede é de bloco de concreto com dimensões específicas, que a argamassa é do tipo “x”, e que a parede receberá massa e tinta. Por conseguinte, o modelo será carregado com informações sobre cada componente para posterior extração de quantitativos, de memoriais e de planos de execução da obra.

Em aspectos de projeto, significa evoluir do 2D para um modelo virtual parametrizado como demonstrado na Figura 7.

Figura 7 – Evolução do 2D para o BIM



Fonte: BIM NA PRÁTICA, 2018

Além dos benefícios da adoção da BIM até aqui mencionados, pode-se acrescentar, mas não se limitando a: I) redução do tempo para o desenvolvimento dos desenhos; II) melhor precisão da estimativa e controle do orçamento; III) trabalho colaborativo, ou seja, comunicação em tempo real com os diversos profissionais envolvidos; IV) melhor gerenciamento e fiscalização da obra por meio do modelo virtual; V) velocidade da execução das obras; VI) maior controle da operação e manutenção da edificação; e VII) gestão do ciclo de vida da edificação, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Benefícios do BIM



Fonte:BRASIL, 2017b

Os casos de sucesso são um demonstrativo dos benefícios alcançados. O relato da Camargo Correa Desenvolvimento Imobiliário (CCDI) no Prêmio BIM SINDUSCON SP, registrou que a empresa atingiu 99% de assertividade nos custos e 92% nos prazos, com redução de 16% no tempo de pessoal dedicado ao controle direto da obra (BRASIL, 2017b).

Já a SINCO Engenharia, durante o evento BIM Experience 2018, demonstrou que obteve 13,43% de economia nas contratações frente aos valores orçados, devido à confiabilidade do projeto apresentado para os fornecedores.

2.3.2. BIM: inovação e mudança de cultura

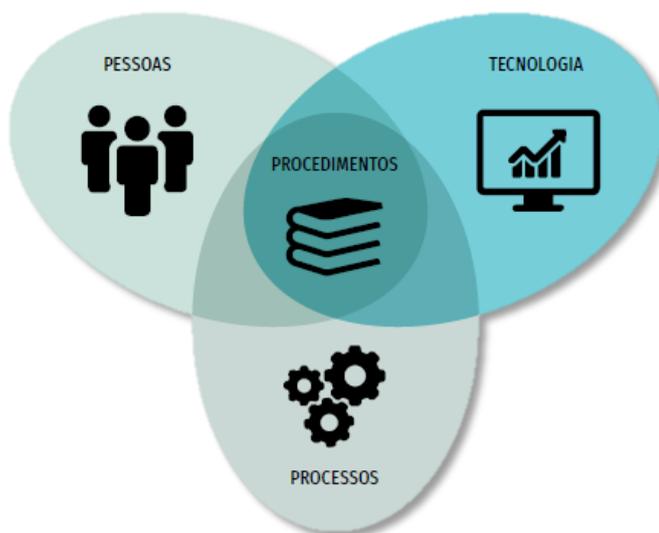
O uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM), além de representar uma mudança tecnológica na área da construção civil, significa mudanças culturais de projeto e da metodologia de trabalho dos profissionais deste setor (DADAM, CARVALHO, 2018).

Ao se abordar a mudança tecnológica e cultural, compreende-se incluir pessoas, processos e a maneira da organização resolver os problemas e desenvolver seus produtos. Ainda, as mudanças tecnológicas e processuais ocasionam alterações nas relações entre as pessoas envolvidas nestes processos (BRASIL, 2017b; EASTMAN *et al.*, 2014). Kassem & Amorim (2015) apontam que as citadas mudanças são distintas entre países e regiões, pois cada local possui culturas, arcabouços legais, regulamentos e formações técnicas diferentes.

Para SUccar (2009), a BIM é um catalisador de mudanças, sendo bem mais complexo que apenas implicações tecnológicas, pois conduz à proposição de mudanças processuais e políticas. Tais mudanças torna a implementação da BIM repleta de desafios (SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2012).

Desta forma, a efetiva implantação da metodologia BIM se sustenta em três pilares: Tecnologia, Pessoas e Processos. Os três concatenados entre si, por procedimentos, normas e boas práticas, como demonstrado na Figura 9.

Figura 9 – Pilares do BIM



Fonte: BRASIL, 2017b

O Guia da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) descreve esses três pilares da forma a seguir descrita (BRASIL, 2017b):

a) A **tecnologia** envolve a infraestrutura necessária para a operação, os programas e equipamentos ou computadores, a conexão com a internet e a rede interna, a segurança e o armazenamento de arquivos e o treinamento e aculturação adequado de seus usuários no processo BIM.

b) O pilar **pessoas** é fundamental na estratégia de implantação. Os profissionais devem ter a experiência necessária, capacidade de trabalhar bem, tanto com a equipe interna, quanto com equipes externas, serem flexíveis a mudanças e se manterem atualizados na tecnologia, que tem avanços contínuos.

c) O pilar **processo** abrange não apenas os novos processos internos a serem adotados, como também os processos interempresariais. Compreende o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos entregáveis, o método de comunicação, a definição de funções, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo, em todos os ciclos de vida da edificação.

Estes três pilares fundamentais são vinculados entre si por **procedimentos, normas e boas práticas**. O conjunto de documentos que regula e consolida os processos e as políticas de pessoal, práticas comerciais e uso e operação da infraestrutura tecnológica (BRASIL, 2017b).

Portanto, trata-se de uma reestruturação estratégica e não apenas a contratação de novos *softwares* e novos profissionais sem que seja alterada a maneira como se trabalha.

Desta forma, pode-se analisar a implantação da BIM como uma inovação tecnológica, que altera todos os processos de uma estrutura organizacional. Uma vez caracterizada a

inovação, é preciso verificar as condições internas da organização quanto aos aspectos fundamentais da BIM.

Cabe ressaltar que a mudança de cultura é o elemento mais importante, pois se passa da visão “do que fazer” para o “como fazer” e da postura de “deixa que a obra resolve” para a antecipação e a solução de problemas ainda na concepção.

2.3.4. Implantação da BIM no FNDE

Conforme a BIM amadurece no País, tornam-se necessárias definições mais claras do que se espera obter com sua utilização, haja vista que a metodologia pode atender a todas as fases do ciclo de vida da edificação (FARIA; BARROS; SANTOS, 2016).

O fator mais crítico para o sucesso da implementação da BIM está ligado ao estabelecimento, por órgãos governamentais, de diretrizes e padronizações no uso desta metodologia (SMITH, 2014).

Neste contexto, o Governo torna-se o maior impulsionador da implementação da BIM, atuando como papel principal (BRITO; FERREIRA; COSTA, 2021; CHENG; LU; STUDENT, 2015; GUREVICH; SACKS, 2020; KASSEM; SUCCAR, 2017). Isto se justifica pelo fato de o setor público possuir o maior volume de obras no País, exigindo uma participação significativa de profissionais (SAMPAIO, 2021).

Isto fica evidente quando se observa a exigência de contratações em BIM para obras públicas em países como Cingapura, Reino Unido, Estados Unidos, Holanda e Noruega (FARIA; BARROS; SANTOS, 2016), Itália, Espanha, Coreia do Sul, Japão (SAMPAIO, 2021).

Nesse sentido, o Governo brasileiro instituiu, em 2017, o comitê estratégico de implementação da BIM – CE-BIM (BRASIL, 2017a) e, em agosto de 2019, a Estratégia Nacional de Disseminação da BIM, por meio do Decreto nº 9.983/2019 (BRASIL, 2019), revogando o Decreto nº 9377/2018 (BRASIL, 2018).

Ainda, em 2020, com o intuito de reforçar seu apoio na implementação desta metodologia, publicou o Decreto nº 10.306/2020 (BRASIL, 2020), que estabelece a utilização da BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia por órgãos e entidades da administração pública federal, em prazos escalonados para sua implementação.

Portanto, sendo o FNDE um grande provedor de obras públicas, torna-se importante a implementação da BIM, visando, dentre outros benefícios já apontados, o cumprimento da legislação em vigor.

A implantação da BIM está alinhada com os objetivos estratégicos adotados na Autarquia. Os objetivos estratégicos são responsáveis pelo alinhamento entre as diretrizes institucionais e seu referencial estratégico. Determinam o que deve ser feito para que a organização cumpra sua missão e alcance sua visão de futuro (FNDE, 2018).

Dentre os vinte objetivos estratégicos definidos para o ciclo 2018-2022, a implantação da BIM está alinhada aos seguintes:

- a) implantar políticas públicas educacionais: identificar a eficácia da capacidade executora do FNDE, no que se refere às políticas educacionais formuladas pelo Ministério da Educação;
- b) aprimorar a gestão de programas e ações educacionais: otimizar a utilização e administração dos recursos financeiros, tecnológicos e de pessoas, para a efetiva execução de programas finalísticos, considerando as peculiaridades do público-alvo;
- c) promover a gestão da inovação: implementar ações voltadas a organizar e disseminar a gestão da inovação, por meio do desenvolvimento de projetos institucionais;

d) promover a modernização dos serviços de tecnologia da informação: dotar a instituição de meios tecnológicos adequados, visando à celeridade e à eficiência na gestão dos programas educacionais.

Desta forma, a implantação da BIM no FNDE, além de atender aos objetivos estratégicos da Autarquia, e a missão institucional de prestar assistência técnica para os entes federados, tem como principal objetivo disponibilizar um projeto padrão mais acurado, minimizando as incertezas na planilha orçamentária e, conseqüentemente, reduzindo os aditivos de custo e prazo nas obras.

Como objetivos específicos da implantação da BIM destacam-se:

- a) aumentar a qualidade dos projetos, de forma a proporcionar maior clareza nas peças técnicas;
- b) desenvolver os projetos com maior nível de precisão, de forma a zerar as incompatibilidades entre as disciplinas, minimizando problemas de execução na obra;
- c) extrair os quantitativos diretamente dos modelos, proporcionando uma maior confiabilidade na planilha orçamentária, evitando aditivos de recursos públicos;
- d) viabilizar o planejamento de execução da obra, apoiado no modelo, obtendo maior controle da execução e, com isso, minimizando desperdícios e rejeitos;
- e) gerar modelos virtuais, de forma a facilitar a construção e a fiscalização das obras, além de proporcionar subsídios para uma melhor operação e manutenção do edifício;
- f) analisar os modelos virtuais, de forma a disponibilizar um projeto padronizado que seja de fácil adaptação para melhor se adequar às características locais da região;
- g) fomentar a implementação da inovação.

3. Metodologia

A presente pesquisa teve como motivação as atividades desenvolvidas no ambiente de trabalho. Busca-se obter resultados práticos para a implementação da metodologia BIM na Autarquia. Nesse contexto, recorre-se ao Estudo de Caso como método de pesquisa.

A revisão da literatura realizada tem caráter exploratório, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema levantado, e analisar o que já foi publicado sobre o assunto, além de traçar a estruturação conceitual para dar sustentação ao desenvolvimento da pesquisa.

Adotou-se como estudo de caso as obras pactuadas entre o FNDE e os Entes Federativos. Ainda, o recorte teve como referência os anos de 2007 a 2020.

Delimitada a amostra, é apresentado o estudo de caso contendo uma breve caracterização da operacionalização das ações de infraestrutura educacional dentro do FNDE, bem como uma ampla exploração sobre a metodologia BIM, seguida do levantamento e da análise da situação atual do procedimento de coleta de dados utilizados no processo de monitoramento das obras, e uma análise dos pontos observados.

Para isso, faz-se uso de algumas ferramentas da qualidade, tais como: *brainstorming*, estratificação de dados, diagrama de causa e efeito, entre outros. As principais fontes de dados são entrevistas com a equipe técnica do FNDE e a análise documental, disponível no site institucional e no sistema SIMEC.

Em seguida, a proposta de implementação da BIM é apresentada como forma de orientar a Autarquia neste processo.

4. Levantamento de Dados e Diagnóstico

Para melhor diagnóstico da situação atual da Autarquia, duas formas de coleta de dados foram realizadas: observação direta e análise dos dados de restrições e inconformidades das obras.

4.1. Dados de Restrições e Inconformidades

O FNDE oferece diversas tipologias de projetos padrão para serem pactuadas. Estes projetos são escolhidos, pelo ente federado, conforme suas necessidades de demanda escolar. Dentre as tipologias ofertadas encontram-se obras para o atendimento da educação infantil, do ensino fundamental e para as quadras escolares. De acordo com os dados disponibilizados no Sistema Integrado de Monitoramento, Execução e Controle - SIMEC, de 2007 a 2020, foram celebradas 22.775 obras, provenientes dos projetos padronizados do FNDE, em todo o país. Na tabela 6 pode ser observado o quantitativo de obras pactuadas, por tipologia de projetos padronizados disponíveis e sua situação. Em uma análise da Tabela 6 observa-se que, das 22.775 obras, 51,82% (11.801) foram concluídas e outras 17,88% (4.072) foram canceladas. Ainda, 10,08% (2.296) encontram-se inacabadas e 2,85% (648), paralisadas. Isto retrata a dificuldade do ente federado em concluir as obras ora pactuadas e a deficiência da assistência técnica prestada pelo FNDE.

Como os municípios são diretamente responsáveis pela fiscalização das obras, pois são esses que realizam o processo licitatório para a contratação da empresa executora, incumbe aos fiscais a alimentação do sistema SIMEC, com vistorias mensais, para assim receberem o subsídio financeiro do FNDE.

Tabela 6 – Situação das obras por tipologia de projeto padronizado, 2007-2020

Tipologias	Concluída	Contratação	Em Reformulação	Execução	Inacabada	Licitação	Obra Cancelada	Paralisada	Planejamento	Total Geral
Ensino Fundamental - Escolas										
Espaço Educativo - 01 Sala	207	2	3	36	43	3	63	7	33	397
Espaço Educativo - 02 Salas	491	4		102	130	1	146	13	17	904
Espaço Educativo - 04 Salas	428	6	1	173	152	15	89	36	2	902
Escola 04 Salas com Quadra				7		4			2	13
Espaço Educativo - 06 Salas	1.209	17	5	359	238	19	153	61	11	2.072
Escola 06 Salas com Quadra	2	2		41		14			11	70
Espaço Educativo - 12 Salas	247	20	14	254	41	14	38	43	33	704
Ensino Fundamental - Quadras e Cobertura de Quadras										
Quadra escolar coberta com palco	631		2	10	42	2	33	2		722
Quadra escolar coberta com vestiário	2.738	17	14	807	606	41	893	172	6	5.294
Quadra Escolar Coberta e Vestiário - Modelo 2	5	3	2	44		5		4	25	88
Cobertura de quadra escolar grande	370		5	44	35	5	296	21	3	779
Cobertura de quadra escolar pequena	1.198	4	3	113	134	13	528	60	7	2.060

(continua)

Tipologias	Concluída	Contratação	Em Reformulação	Execução	Inacabada	Licitação	Obra Cancelada	Paralisada	Planejamento	Total Geral
Ensino Fundamental - Escolas										
Ensino Infantil										
Ampliação Módulo Infantil em Escolas	1			2					1	4
Ampliação Módulo Tipo B	2		1	4				1	1	9
Ampliação Módulo Tipo C				2		1				3
Escola de Educação Infantil Tipo B	2.725	10	24	214	528	31	835	63	8	4.438
Escola de Educação Infantil Tipo C	1.144		12	51	197	12	428	12	5	1.861
Projeto 1 Convencional	195	10	6	589	81	27	340	77	60	1.385
Projeto 2 Convencional	208	4	8	429	69	21	230	76	24	1.069
Total Geral	11.801	99	100	3.281	2.296	228	4.072	648	250	22.775
%	51,82	0,43	0,44	14,41	10,08	1	17,88	2,85	1,10	100

Fonte: SIMEC

Para o monitoramento destas obras, a Autarquia estabeleceu dois parâmetros: inconformidades executivas e restrições executivas. Estas não-conformidades referem-se a divergências executivas em relação ao projeto padrão pactuado. Na Tabela 7 e Tabela 8 estão representados os quantitativos de obras concluídas para cada tipologia e o total de restrições e inconformidades (RI) apontadas durante a fase de execução destas.

Tabela 7 – Restrições e inconformidades Ensino Fundamental e Quadras, 2007-2020

Tipologia de Obra	Total Obras Concluídas	Total Restrições e Inconformidades
Espaço Educativo - 01 Sala	207	1.708
Espaço Educativo - 02 Salas	491	5.351
Espaço Educativo - 04 Salas	428	7.642
Espaço Educativo - 06 Salas	1.209	17.589
Espaço Educativo - 12 Salas	247	2.479
Quadra escolar coberta com palco	631	2.224
Quadra escolar coberta com vestiário	2.738	34.556
Cobertura de quadra escolar grande	370	1.090
Cobertura de quadra escolar pequena	1.198	3.921
Escola de Educação Infantil Tipo B	2.725	38.644
Escola de Educação Infantil Tipo C	1.144	11.603
Projeto 1 Convencional	195	3.220
Projeto 2 Convencional	208	3.235
Total Geral	11.791	133.262

Fonte: SIMEC

Em outra análise destas restrições e inconformidades, observou-se que cerca de 60% (79.344) ocorrem nos projetos de arquitetura e outros 14% (19.609), nos projetos de estrutura, conforme pode ser observado na Tabela 8.

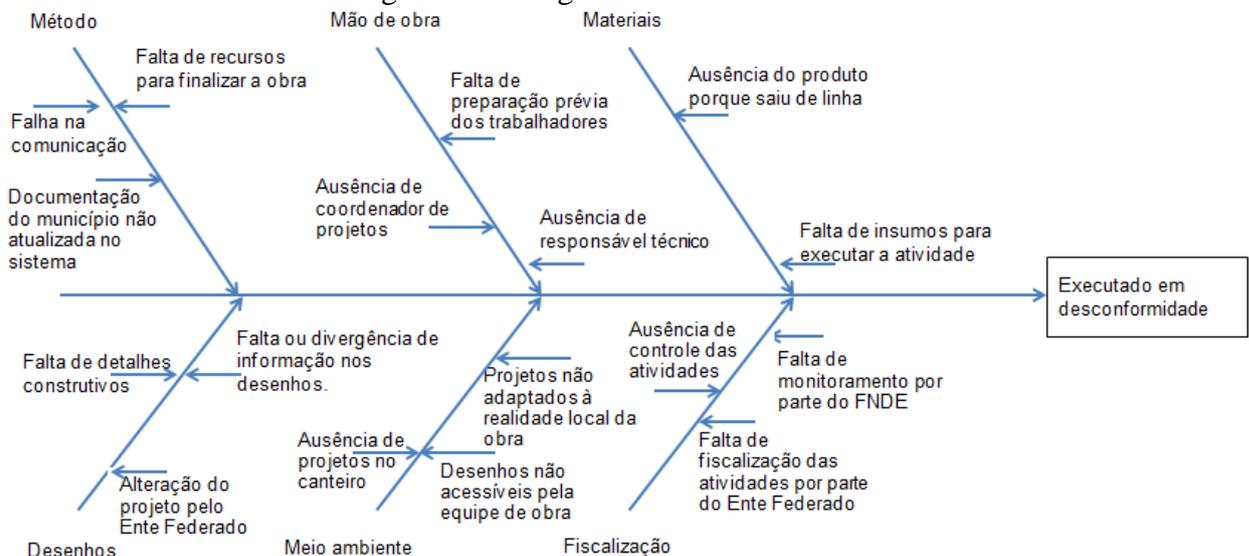
Tabela 8 – Classificação das RI por disciplinas de projeto, 2007-2020

Item	Disciplina de projeto	Executado em desconformidade			Total	%
		Ens. Fundamental	Quadras	Ed. Infantil		
1	Projeto de Arquitetura	20.666	24.572	34.106	79.344	59,54
2	Projeto de Estruturas	5.146	6.698	7.765	19.609	14,71
3	Águas Pluviais	99	3.073	3.039	6.211	4,66
4	Esgoto Sanitário	674	1.146	739	2.559	1,92
5	Água Fria	875	1.017	1.225	3.117	2,34
6	Prevenção e Combate a Incêndio	693	73	737	1.503	1,13
7	SPDA	2.006	1.661	1.762	5.429	4,07
8	Elétricas	1.821	3.551	2.205	7.577	5,69
9	Cabeamento Estruturado	1.334		1.585	2.919	2,19
10	Gás Combustível	1.365		1.711	3.076	2,31
11	Exaustão	54		757	811	0,61
12	Ar Condicionado	36		1.071	1.107	0,83
Total		34.769	41.791	56.702	133.262	100

Fonte: SIMEC

Para a identificação das possíveis causas geradoras destas restrições e inconformidades, procedeu-se a elaboração do diagrama de causa e efeito, que pode ser observado na Figura 10. Por fim, utilizando-se da ferramenta “árvore dos porquês”, foi possível sintetizar as causas apontadas no diagrama para falta de procedimento padronizados, falta de assistência técnica e falhas de informações nas peças técnicas.

Figura 10 – Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Os Autores

4.2. Diagnóstico da Maturidade BIM

A Autarquia está habituada a elaborar ou a revisar seus projetos padronizados, usando *softwares* tradicionais de desenhos 2D. Por outro lado, observa-se que a equipe realiza o trabalho de forma colaborativa, mesmo com os processos tradicionais em CAD (*Computer Aided Design* ou projeto e desenho assistidos por computador). A equipe possui baixo conhecimento em BIM, mas tem entendimento da importância, dos ganhos e das vantagens para o FNDE.

Todo o trabalho está organizado em ambiente de rede e possui uma estrutura de classificação da informação, o que facilitará a migração para a BIM. A equipe tem a visão de que a BIM, suas tecnologias e processos irão aperfeiçoar seu modelo de trabalho, trazendo maior produtividade para a equipe. Ainda, a BIM trará maior qualidade nas peças técnicas, proporcionando melhor compreensão dos profissionais envolvidos, além de apresentar maior nível de precisão, eliminando problemas de incompatibilidades durante a execução da obra, e uma maior confiabilidade na planilha orçamentária, evitando aditivos de recursos públicos.

Quanto ao parque tecnológico, possui uma adequada estrutura de *software*, *hardware* e rede para absorver a implementação da BIM.

5. Plano de implementação BIM

Com a percepção de que a disseminação da BIM em suas contratações auxiliará a obter uma melhor aplicação dos recursos, além de transparência e controle dos gastos com suas obras, o Governo brasileiro instituiu o Decreto nº 10.306/2020, que estabelece que a BIM será implementada de forma gradual.

Portanto, objetivando manter-se alinhado ao estabelecido pelo Decreto, a seguir apresenta-se o plano de implementação do BIM no FNDE.

5.1 Implementação BIM nos Recursos Humanos

O objetivo é a utilização de pessoal próprio para a implantação e atuação na plataforma BIM, após período de capacitação consistente. Porém, para apoiar na implementação, observa-se a necessidade de contratação de consultoria externa. Ainda, caso sejam identificadas, ao longo da implantação, necessidades de incorporação de determinados perfis especializados em BIM não encontrados no quadro de colaboradores da Autarquia, indica-se a contratação de consultoria para suprir eventuais necessidades.

De toda forma, pela análise do resultado do questionário sobre maturidade BIM, fica evidente que, apesar de todos acreditarem nas possibilidades de ganhos que a metodologia trará, há necessidade de capacitação e alinhamento dos conceitos sobre BIM na equipe, e definição dos perfis BIM.

5.1.1 Perfis BIM na Equipe e Cultura Colaborativa

O FNDE possui, atualmente, 63 profissionais no quadro técnico. Porém, apenas 18 desses pertencem ao quadro técnico de servidores. Os outros 45 técnicos são consultores contratados por períodos determinados para apoiar a equipe técnica de servidores. Desses 18 servidores, somente três atuam na área de desenvolvimento de projetos padronizados. Os demais são analistas responsáveis pela análise das solicitações de apoio financeiro enviadas pelos entes federados, pelo monitoramento da execução das obras ou pela análise do cumprimento do objeto pactuado.

Nesse sentido, por ser uma equipe pequena e possuir complementação de sua força de trabalho por meio de contratação de consultoria, a construção dos perfis BIM se dará de forma genérica e, quando da contratação de profissionais, estes deverão se enquadrar nos perfis estabelecidos.

5.1.2 Contratação e ajustes à equipe

Em relação a equipe, toda a implementação do BIM será desenvolvida utilizando colaboradores existentes. Entretanto, para a construção dos documentos BIM, desenvolvimento do projeto piloto e capacitação da equipe, indica-se a contratação de consultoria especializada. As necessidades diagnosticadas de contratação são para os seguintes casos:

Designer 3D: a implementação da BIM fornecerá subsídios para a implantação da realidade aumentada e virtual, com o objetivo de elaboração de produtos visuais que possam auxiliar a equipe de fiscalização dos entes federados. Esse profissional deverá possuir conhecimentos aprofundados nos *softwares* 3Ds Max, Unreal e conhecimento intermediário de *software* de modelagem de arquitetura.

Gerente BIM interno: será necessária a designação de um profissional interno (arquiteto ou engenheiro) para assumir a função de Gerente BIM. Um coordenador existente irá absorver as competências BIM necessárias para assumir esse posto. Deverá possuir boa experiência na gestão e coordenação de projetos. Também, é fundamental que o profissional tenha bom domínio na execução de obras. Este profissional poderá assumir ainda as funções e as responsabilidades de coordenador BIM.

Consultoria BIM externa: será necessária a contratação de consultores externos para apoiar no desenvolvimento da documentação BIM e no projeto piloto.

Residente BIM: atualmente, os residentes são profissionais autônomos, contratados por obra. Com a implementação do BIM, será capacitado um servidor do quadro técnico para operar as ferramentas BIM.

5.1.3 Plano de Formação BIM

Para a formação dos profissionais, será contratada consultoria especializada para capacitação. A equipe BIM será capacitada conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Cronograma de capacitação

TREINAMENTO DA EQUIPE				
REFERÊNCIA	CURSO	PERFIS	CARGA HORÁRIA	RECICLAGEM
CUR01	Introdução ao BIM	todos	10 horas	24 meses
CUR02	Trabalho Colaborativo e Interoperabilidade	todos	10 horas	24 meses
CUR03	Ferramentas BIM – Arquitetura Básico	todos	20 horas	12 meses
CUR04	Ferramentas BIM – Estruturas	todos	20 horas	12 meses
CUR05	Ferramentas BIM – MEP	todos	20 horas	12 meses
CUR06	Ferramentas BIM – Compatibilização	todos	20 horas	12 meses
CUR07	Planejamento e Gestão de Obras	todos	20 horas	12 meses

Fonte: Os Autores

5.2 Implementação BIM na Infraestrutura

Com a análise e o diagnóstico da infraestrutura tecnológica, identificou-se que não há necessidade de incremento na infraestrutura de *hardware* e redes, pois a existente atende às demandas do projeto piloto.

Quanto aos *softwares*, observou-se a necessidade de aquisição de *software* para gestão da qualidade do projeto e colaboração em plataforma aberta (solibri, bim collab, bexel ou similares) e para planejamento 4D (bexel ou similar).

A definição do projeto piloto promoverá a integração e a implementação plena do desenvolvimento do BIM como suporte tecnológico e de gestão de processos. Ele será selecionado dentro das tipologias habituais da Autarquia para foco total na aprendizagem das novas ferramentas.

Será promovida integração da arquitetura e da engenharia, através de modelos no projeto piloto, para minimizar custos e prazos (curva de aprendizagem), enfatizando a previsão de ganho de produtividade pós-treinamento.

A elaboração das famílias e *templates* da Autarquia será focada na qualidade e confiabilidade das informações geométricas e não geométricas, conforme preconizado no livro de estilos. A necessidade efetiva de aquisição de novos softwares, será identificada após a implementação total do projeto piloto.

5.3 Cronograma da Implementação

Inicialmente a implementação deverá ocorrer por ciclos de palestras, de forma a proporcionar equalização de entendimentos em toda a equipe. Isto se faz necessário para melhorar as competências BIM do quadro.

Num segundo momento, a implementação iniciará com a adoção de um projeto piloto, dentro dos projetos padronizados da Autarquia, e a contratação de consultores especializados para a elaboração de toda a documentação BIM necessária (plano de execução BIM, Livro de Estilos, Templates, etc) e modelagem das especialidades.

Por fim, a equipe será formada e os perfis BIM serão definidos, e esta fase será seguida de capacitação da equipe nos *softwares* BIM e, posteriormente, desenvolvimento dos demais projetos padronizados, para consolidação do conhecimento, seguindo as orientações da documentação elaborada. Após o aprendizado, a equipe do FNDE encontrar-se-á apta a analisar e, se necessário, alterar a documentação elaborada pela equipe de consultores externos.

Quando finalizada a primeira tipologia, o piloto será testado em todo o ciclo de pactuação de obras, visando observar o impacto deste projeto nas demais fases de licitação, execução, monitoramento e prestação de contas do objeto.

Cumprir destacar que a implementação deve ter apoio da alta gestão do FNDE e se amparar no cumprimento do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020.

Como a Autarquia pretende fornecer os projetos padronizados em BIM a partir de 1º de janeiro de 2024, será necessária a execução em conformidade com o calendário apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Cronograma de implantação

PRAZOS E METAS						
ATIVIDADES	1/2021	2/2021	1/2022	2/2022	1/2023	2/2023
Introdução ao BIM						
Trabalho Colaborativo e Interoperabilidade						
Desenvolvimento da Documentação BIM						
Desenvolvimento do projeto piloto						
Ferramentas BIM – Arquitetura Básico						
Ferramentas BIM – Estruturas						
Ferramentas BIM – MEP						
Ferramentas BIM – Compatibilização						
Planejamento e Gestão de Obras						
Desenvolvimento dos demais projetos						

Fonte: Os Autores

5.4 ROI Retorno do Investimento

O Retorno do Investimento – ROI é um conceito em que se analisa o lucro em relação ao investimento realizado. É, portanto, um conceito econômico e a sua análise é uma das muitas maneiras de avaliar a proposta de um dado investimento.

A implementação BIM deve ser vista como um investimento que, inicialmente, resultará numa queda da produtividade enquanto os utilizadores se adaptam a um novo ambiente. Mas, quando devidamente executada, com o tempo, a produtividade recupera-se, levando a ganhos futuros consideráveis e superando a que existia no início da implementação. Este conceito está graficamente representado na Figura 11.

A análise ROI obriga a chegar a um acordo acerca da razão do investimento e dos gastos que a organização está disposta a assumir, e também estabelecer quais os resultados expectáveis em termos financeiros.

Figura 11 – Curva da perda de produtividade inicial associada à implementação BIM



Fonte: Autodesk (2012)

Quando aplicada ao BIM, a fórmula de ROI pode não ser tão simples quanto aparenta, sendo vista como uma proporção entre a redução de custos líquidos e os ganhos, devido às

potenciais economias resultantes desta metodologia. Tanto dentro do investimento, como dentro dos ganhos, temos uma séria de fatores tangíveis e, portanto, facilmente quantificáveis, e intangíveis, que dependem de múltiplos fatores (humanos, organizacionais, produtividade, etc.).

Por se tratar de uma Autarquia do Governo Federal, o retorno do investimento virá em forma de obras concluídas com menor custo, menos perdas e menor tempo de execução. Ainda, pelo fato do FNDE já ter toda a infraestrutura tecnológica a seu dispor, e possuir um incentivo de capacitação para os servidores, estes custos não serão calculados. Dessa forma, entende-se que, para o retorno do investimento, não há valor mensurável, mas sim o atingimento dos objetivos definidos.

6. Conclusões

Diante do exposto, nota-se que a metodologia BIM, por proporcionar maior precisão nos projetos técnicos através do modelo virtual da edificação, garantirá uma melhor execução e fiscalização das obras, reduzindo, assim, o volume de restrições e inconformidades executivas. Ainda, permitirá uma produção de documentação técnica mais precisa e sem incompatibilidades de informações, minimizando as dúvidas dos entes federados e os erros de informações nas peças técnicas.

Já a extração dos quantitativos, diretamente do modelo virtual, proporcionará uma maior confiabilidade na planilha orçamentária, o que acarretará ao ente federado um processo licitatório mais bem-estruturado e, conseqüentemente, uma melhor contratação da empresa executora da obra, minimizando o volume de obras paralisadas e inacabadas. Dessa forma, a autarquia objetiva contribuir com a disseminação do BIM no Brasil, diante de sua grande capilaridade, com obras em todos os municípios brasileiros, além dos estados e Distrito Federal.

Referências

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.** – Brasília, DF: ABDI, 2017.

BIM NA PRÁTICA. Guia de Introdução ao BIM, 2018. Disponível em:
<<https://bimnapratica.com>> Acesso em 4 JUN 2018.

BRASIL. **Decreto n. 6.094**, de 24 de Abril de 2007. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6094.htm>. Acesso em 4 JUN 2018.

BRASIL. **Decreto de 5 de junho de 2017**. 2017a. Disponível em
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/dsn/dsn14473.htm> Acesso em 4 JUN 2018.

BRASIL. **Decreto n. 9.377**, de 17 de maio de 2018. Disponível em
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm> Acesso em 7 SET 2021.

BRASIL. **Decreto n. 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm> Acesso em 7 SET 2021.

BRASIL. **Decreto n. 10.306**, de 2 de abril de 2020. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm> Acesso em 7 SET 2021.

BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M.; COSTA, D. B. Framework for Building Information Modeling Adoption Based on Critical Success Factors from Brazilian Public Organizations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 7, p. 05021004, 2021.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Fundamentos BIM -Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria da Construção.- Brasília: CBIC, 2016. 124p. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras v.1.

CHENG, J. C. P.; LU, Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 20, p. 442–478, 2015.

DADAM, T.; CARVALHO, M. T. M. Análise de requisitos para contratação de obras públicas baseada em modelos BIM. XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais [...]**2018. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 1827–1833.

EASTMAN, C. ; TEICOLZ, P.; SACKS, R.; KATHLEEN, L. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FARIA, D. R. G.; BARROS, M. M. S. B.; SANTOS, E. T. Proposição de um protocolo para contratação de projetos em BIM Para o mercado da construção civil nacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., São Paulo, 2016 . **Anais [...]** São Paulo, 2016.

FNDE. **Portaria n. 852**, de 4 de setembro de 2009. Regimento Interno, 2009. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/185-institucional?download=2550:regimento-interno-do-fnde>> Acesso em 4 JUN 2018.

FNDE. **Plano Estratégico 2018-2022**. Brasília: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, 2018. Disponível em: < https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/88-institucional?download=13143:plano_estrategico_fnde_2018_2022> Acesso em 7 SET 2021.

FNDE. Plano de Ações Articuladas. c2017. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/par?view=default> > Acesso em 7 SET 2021.

GUREVICH, U.; SACKS, R. Longitudinal Study of BIM Adoption by Public Construction Clients. **Journal of Management in Engineering**, v. 36, n. 4, p. 05020008, July 2020.

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

Disponível em:

<https://www.academia.edu/14899332/BUILDING_INFORMATION_MODELING_NO_BRASIL_E_NA_UNIÃO_europeia ESTRATÉGIAS_PARA_DIFUSÃO_DO_BIM_NO_BRASIL>. Acesso em 7 SET 2021.

KASSEM, M.; SUCCAR, B. Macro BIM adoption: Comparative market analysis.

Automation in Construction, v. 81, p. 286–299, 1 set. 2017.

LÓPEZ, R. R. Definições e objetivos do BIM. In: **BIM A0. Introdução ao BIM**. Barcelona: Zigurat Consultoria de Formação Técnica, 2016. p. 1–5.

MATOS, C. R. DE; MIRANDA, A. C. DE O. Uso do BIM no combate às irregularidades em obras. In: ENCONTRO TÉCNICO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS, 2015, Campo Grande. Anais [...], p. 11, ENAOP: 2015.

MIGILINSKAS, D.; POPOV, V.; JUOCEVIVIUS, V.; USTINOVICHUS, L. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. **Procedia Engineering**, v. 57, p. 767–774, 2013.

SAMPAIO, A. Z. Maturity of BIM Implementation in the Construction Industry: Governmental Policies. **International Journal of Engineering Trends and Technology**, v. 69, p. 92–100, 2021.

SMITH, P. BIM implementation -global strategies. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 482–492, 2014.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 1 maio 2009.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering & Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120–142, maio 2012.