

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO BIM EM UM PROJETO  
DESENVOLVIDO PELO PARQUE DE INOVAÇÃO E  
SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**RODRIGO TEIXEIRA DE ANDRADE**

**ORIENTADOR: LEONARDO DA SILVEIRA PIRILLO**

**INOJOSA**

**CO-ORIENTADOR: FÉLIX ALVES DA SILVA JÚNIOR**

**MONOGRAFIA DE PROJETO  
FINALEM ENGENHARIA CIVIL**

**BRASÍLIA / DF: AGOSTO / 2021**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO BIM EM UM PROJETO  
DESENVOLVIDO PELO PARQUE DE INOVAÇÃO E  
SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**RODRIGO TEIXEIRA DE ANDRADE**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

**APROVADA POR:**

---

**LEONARDO DA SILVEIRA PIRILLO INOJOSA,**  
**Dsc. (UnB)(ORIENTADOR)**

---

**FELIX ALVES DA SILVA DA SILVA JÚNIOR, Dsc. (UnB) (COORIENTADOR)**

---

**LEONARDO DA SILVEIRA PIRILLO INOJOSA, Dsc.**  
**(UnB)(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**CYNTHIA NOJIMOTO, Dsc. (UnB)**  
**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 04 de AGOSTO de 2021.**

## **RESUMO**

A metodologia BIM vem sendo cada vez mais praticada pelas indústrias AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) no mundo, embora no Brasil ainda seja considerada incipiente. Devido as vantagens dessa metodologia o governo brasileiro criou estratégias para incentivar e difundir a metodologia pelo Brasil. Por se tratar de um novo conceito de projeto muitas empresas tem dificuldades e resistência a sua implementação. Este trabalho visa investigar os principais métodos de implementação do BIM e realizar uma análise de estudo de caso em um projeto já desenvolvido. O projeto escolhido foi um projeto de cadeia pública para o DEPEN, desenvolvido pelo PISAC e com o apoio da Universidade de Brasília. Por fim, o objetivo do projeto é analisar a implementação BIM em um projeto real para um órgão público, o qual tem como premissa que seja elaborado utilizando a metodologia BIM. Conclui-se que foi possível utilizar a implementação BIM recomendada pela CBIC para analisar um projeto já desenvolvido, sendo possível verificar fatores positivos e negativos do projeto.

Palavras-chave: BIM; Implementação; PISAC; CBIC.

## **ABSTRACT**

The BIM methodology has been increasingly practiced by the AEC (Architecture, Engineering and Construction) industries around the world, although in Brazil it is still considered incipient. Due to the advantages of this methodology, the Brazilian government created strategies to encourage and disseminate the methodology throughout Brazil. As this is a new project concept, many companies have difficulties and resistance to its implementation. This work aims to investigate the main methods of implementing BIM and carry out a case study analysis in an already developed project. The chosen project was a jail project for DEPEN, developed by PISAC and with the support of the University of Brasília. Finally, the objective of the project is to analyze the BIM implementation in a real project for a public agency, which has as a premise that it is elaborated using the BIM methodology. It is concluded that it was possible to use the BIM implementation recommended by CBIC to analyze an already developed project, being possible to verify positive and negative factors of the project.

Keywords: BIM; Implementation; PISAC; CBIC.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Justificativa	9
1.2	Objetivos	9
1.3	Objetivo Geral	9
1.4	Objetivos Específicos	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	<i>BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)</i>	11
2.2	BIM no Brasil	11
2.3	Fundamentos do BIM	13
2.3.1	Pessoas	14
2.3.2	Tecnologia	14
2.3.2.1	Softwares	14
2.3.2.2	Hardware	15
2.4	IFC (INDUSTRY FOUNDATION CLASSES)	16
2.5	LOD – Level of development (Nível de Desenvolvimento)	18
2.6	Implementação BIM	19
2.6.1	Localizar fases do ciclo de vida do empreendimento ou diagnóstico	21
2.6.2	Objetivos corporativos ou diagnóstico	21
2.6.3	Pessoas: equipe, papéis organizacionais e responsabilidades ou treinamento de equipes	22
2.6.4	Casos de usos e processos BIM ou diagnóstico	22
2.6.5	Projeto piloto e seus objetivos	25
2.6.6	Informações ou planejamento da implementação	25
2.6.7	Infraestrutura e tecnologia ou atualização da infraestrutura	27
2.6.8	Interoperabilidade e procedimentos de comunicação	29
2.6.9	Estratégia e requisitos de contratação	29
2.6.10	Processos de ajustes e controle da qualidade dos modelos ou gerenciamento do plano de implementação.	29
2.7	Principais diferenças entre a metodologia da CBIC e da ABDI.	29
2.8	Possíveis obstáculos	30
3	OBJETO DE ESTUDO	31
3.1	PISAC (Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído)	31

3.2	O Projeto	31
4	METODOLOGIA	33
5	RESULTADO	34
5.1	Análise do resultado	42
5.2	Dificuldades encontradas na pesquisa	43
6	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Compatativo de implementação BIM.	12
Figura 2.2 - Fases do BIM no mundo.	12
Figura 2.3 - Fundamentos do BIM.	13
Figura 2.4 - Diferentes tipos de softwares BIM.	15
Figura 2.5 - Linha do tempo do IFC.	17
Figura 2.6 -Relatório da certificação do IFC.	17
Figura 2.7 – LOD.	18
Figura 2.8 - Etapas da Implementação BIM.	20
Figura 2.9 - Resumo da implementação BIM.	20
Figura 2.10 - Ciclo de vida de uma incorporadora.	21
Figura 2.11 - 25 principais usos do BIM.	23
Figura 2.12- Fluxograma do uso do BIM.	23
Figura 2.13 - Esquema geral das classes e seu relacionamento.	26
Figura 2.14 - Exemplo de esquema de fluxo de troca de informações, com a identificação de diferentes casos de usos, bem.	27
Figura 2.15 - Troca de arquivos.	28
Figura 3.1 – Projeto selecionado.	32
Figura 4.1 - Fluxograma das principais atividades do projeto.	33
Figura 5.1 - Ciclo de vida do projeto do PISAC.	34
Figura 5.2 - Divisão das equipes.	34
Figura 5.3 - Comunicação entre equipes.	39
Figura 5.4 - Parâmetros e abas da Planilha Checkers.	40
Figura 5.5 - Fluxograma de documentos.	41

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 - Verificação e validação dos usos do BIM.	24
Tabela 2.2 - Itens de infraestrutura técnica.	27
Tabela 2.3 – Diferença da CBIC e da ABDI	29

## 1 INTRODUÇÃO

Na atualidade com advento de novas tecnologias e corroborado com a necessidade de celeridade na execução de projetos pode ser verificado uma mudança no desenvolvimento de projetos da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

Os projetos anteriormente eram todos realizados manualmente, demandando grande quantidade de mão de obra e elevado tempo. Com novas tecnologias como o surgimento do Desenho Assistido por Computador mais conhecido como *Computer Aided Design* (CAD) esse processo passou a ser digital, aumentando a produtividade e facilitando a vida dos profissionais. Por muito tempo o CAD foi considerado a mais importante inovação da tecnologia da informação (KALE & ARDITI, 2005).

A modelagem da informação da construção é conhecida pelo termo *BIM* (*Building Information Modeling*), vem ganhando vários adeptos pelo mundo e trazendo várias vantagens se comparado ao CAD, como evitando retrabalho no canteiro de obra, antecipando problemas, minimizando conflitos entre as diferentes disciplinas, diminuindo prazo na execução, reduzindo desperdícios (EASTEN, 2018).

Por essas e outras vantagens vários países estão estimulando suas indústrias a usarem o BIM. Diante desse cenário no Brasil foi publicado o Decreto nº 9.983 de agosto de 2019, o qual criou a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, com o objetivo de promover condições para investimento e difusão desta modelagem no Brasil.

Nesse contexto empresas brasileiras tentam implementar o BIM, porém se deparam com escassez de profissionais capacitados, incompatibilidade com projetos de empresas parceiras, resistência a mudança, falta de padronização e normas sobre a modelagem tridimensional e paramétrica (GHENO, 2019).

Visando buscar solução para facilitar a implementação do BIM nas empresas o presente trabalho tem como objetivo geral analisar a implantação do BIM em um projeto desenvolvido pelo PISAC (Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente construído).

O projeto escolhido é um projeto-referência de arquitetura e de engenharia para a construção de cadeias públicas, o projeto trabalha com multiprofissionais e uma das métricas deste projeto é que ele seja desenvolvido utilizando a metodologia BIM.



## **1.1 Justificativa**

A metodologia BIM vem sendo cada vez mais utilizada nos projetos de engenharia e arquitetura pelo mundo, embora sua adoção no Brasil seja considerada incipiente. Com a influência do governo federal para difundir e influenciar sua utilização há uma previsão de um crescimento acelerado da utilização da metodologia.

As maiores dificuldades encontradas na implementação BIM estão relacionadas por ser uma nova metodologia de projeto, sendo necessária uma mudança no conceito de projeto das construtoras e profissionais da área. Essa mudança acarreta em resistência dos profissionais, falta de profissionais que possuem conhecimento da metodologia e dificuldade na interoperabilidade das disciplinas (CBIC, 2017).

A fim de promover o deslocamento do polo da teoria para o polo do empirismo indubitavelmente o melhor caminho é a implementação de um projeto real e sua análise detalhada.

Nesse contexto surge o presente trabalho, com qual se pretende analisar a implementação BIM em um projeto desenvolvido pelo PISAC, visto o projeto ser um dos pioneiros a utilizar a metodologia BIM no âmbito federal.

O projeto selecionado para essa análise foi o projeto modelo de cadeia pública realizado pelo PISAC, que possui como premissa que todas as disciplinas de projetos sejam contempladas e desenvolvida em BIM.

## **1.2 Objetivos**

Neste tópico serão apresentados os objetivos gerais e específicos que se busca responder ao longo deste trabalho.

## **1.3 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo analisar a implementação do BIM em um projeto desenvolvido pelo Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído - PISAC, para identificar possíveis melhorias a serem executadas nos próximos projetos e auxiliar as empresas na implementação do BIM.

#### **1.4 Objetivos Específicos**

- Levantar junto à literatura diferentes processos de implementação BIM.
- Descrever as diversas etapas da implantação do BIM.
- Confrontar as diferentes metodologias de implementação do BIM.
- Identificar possíveis obstáculos no curso do projeto.
- Realizar uma análise utilizando um método de implementação BIM.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão revisados, com base na bibliografia, os tópicos mais relevantes à pesquisa.

### 2.1 BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

O BIM (*Building Information Modeling*), em português significa Modelagem da Informação da Construção, traduzido pela NBR-ISO 12.006:2, sofreu alterações durante os anos até chegar a denominação atual.

BIM trata-se de um termo ainda sem significado bem definido, há várias interpretações da definição do BIM, razão pela qual se faz necessário antes de aprofundar no estudo trazer alguns conceitos consagrados na literatura sobre BIM.

O Manual de BIM o define “como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. ” (EASTMAN, 2014)

Segundo a *American Institute of Architects* (AIA) BIM consiste em “uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações de um projeto”.

No âmbito da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016):

*“Building Information Modeling - BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida.*

*BIM é um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso aos vários grupos de informações sobre uma edificação ou instalação que se deseja construir, usar e manter. Uma única plataforma de informações que pode atender todo o ciclo de vida de um objeto construído.*

*BIM é uma nova plataforma da tecnologia da informação aplicada a construção civil e materializada em novas ferramentas (softwares), que oferecem novas funcionalidades e que, a partir da modelagem dos dados do projeto e da especificação de uma edificação ou instalação, possibilitam que os processos atuais, baseados apenas em documentos, sejam realizados de outras maneiras (baseados em modelos) muito mais eficazes. ”*

### 2.2 BIM no Brasil

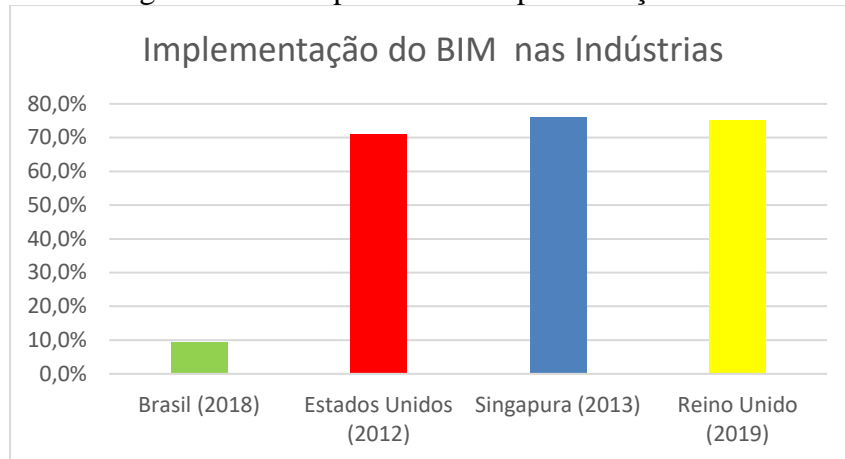
Tendo em vista se tratar de um conceito já utilizado em alguns países desenvolvidos no Brasil de forma paulatina tem sido empregado. No entendimento da CBIC: “No Brasil, a adoção

BIM ainda pode ser considerada incipiente” (CBIC,2016).

Pesquisas realizadas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) mostram que em 2018 apenas 9,2% das empresas do setor da construção já implementaram o BIM na sua rotina de trabalho.

A figura 2.1 mostra uma pesquisa de comparação da implementação BIM no Brasil com outros países realizada pela FGV.

Figura 2.1 - Comparativo de implementação BIM.



Fonte: Próprio, 2020.

Visando incentivar o uso do BIM diversos países criaram diferentes estratégias, como mostra a figura abaixo:

Figura 2.2 - Fases do BIM no mundo.



Fonte: Shimonti, 2018.

De forma semelhante, o Brasil criou estratégias para a implementação do BIM. A estratégia elegida pelo governo brasileiro foi a criação do Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* (CE-BIM), composto por sete ministérios, criado em junho de 2017 pelo governo federal para elaborar estratégia de ações e iniciativas com objetivo de guiar a implementação do BIM nos setores público e privados do país (BRACHT, 2018).

Com a publicação do decreto nº 9983, de 22 de agosto de 2019, foi instituída a Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no Brasil (BRASIL, 2019).

A Estratégia BIM BR definiu três prazos para a implementação do BIM;

“A partir de janeiro de 2021: a exigência de BIM se dará na elaboração de modelos para a arquitetura e engenharia nas disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica a partir desses modelos;

A partir de janeiro de 2024: os modelos deverão contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução da obra, na orçamentação e na atualização dos modelos e de suas informações como construído (“as built”). Além das exigências da primeira fase.

A partir de janeiro de 2028: passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão (BRASIL, 2019).”

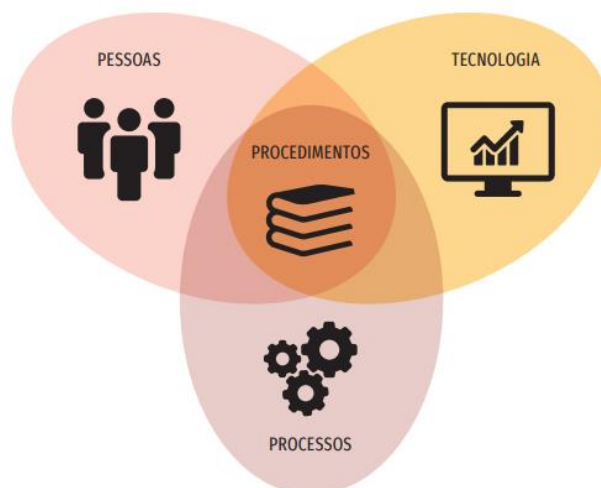
Em 02 de abril de 2020 foi publicado o decreto nº 10.306 que define os órgãos públicos vinculados às ações de disseminação BIM, sendo eles o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, Secretária Nacional de Aviação Civil, Exército Brasileiro, Marinha do Brasil e a Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2020).

## **2.3 Fundamentos do BIM**

Apesar do BIM ser um conceito antigo, no Brasil ele é considerado inovador pelo fato da maioria dos projetos não utilizar esse conceito. Portanto, é necessária uma mudança no conceito de projetos das construtoras e profissionais da área (ABDI, 2018).

O BIM não se trata somente de tecnologia, visto quando se trata de mudança cultural refere-se também a processos e pessoas, portanto, se baseia em três dimensões fundamentais: pessoas, tecnologia e processos (ABDI, 2018).

Figura 2.3 - Fundamentos do BIM.



Fonte: ABDI, 2018.

### 2.3.1 Pessoas

Um dos pilares do BIM são as pessoas, por conseguinte implica na necessidade de haver um clima organizacional harmônico, com gestão baseada em competências: conhecimento, habilidade e atitude. Além da capacitação técnica da equipe é necessário verificar a parte comportamental dos membros da equipe, pois não se faz BIM sozinho, o trabalho configura essencialmente colaborativo, devendo reinar sinergia de criatividade, equilíbrio emocional, comunicação, empatia, compartilhamento do saber, aprendizado contínuo, motivação, ética, visto as informações devem ser o tempo todo partilhadas (ABDI,2018).

### 2.3.2 Tecnologia

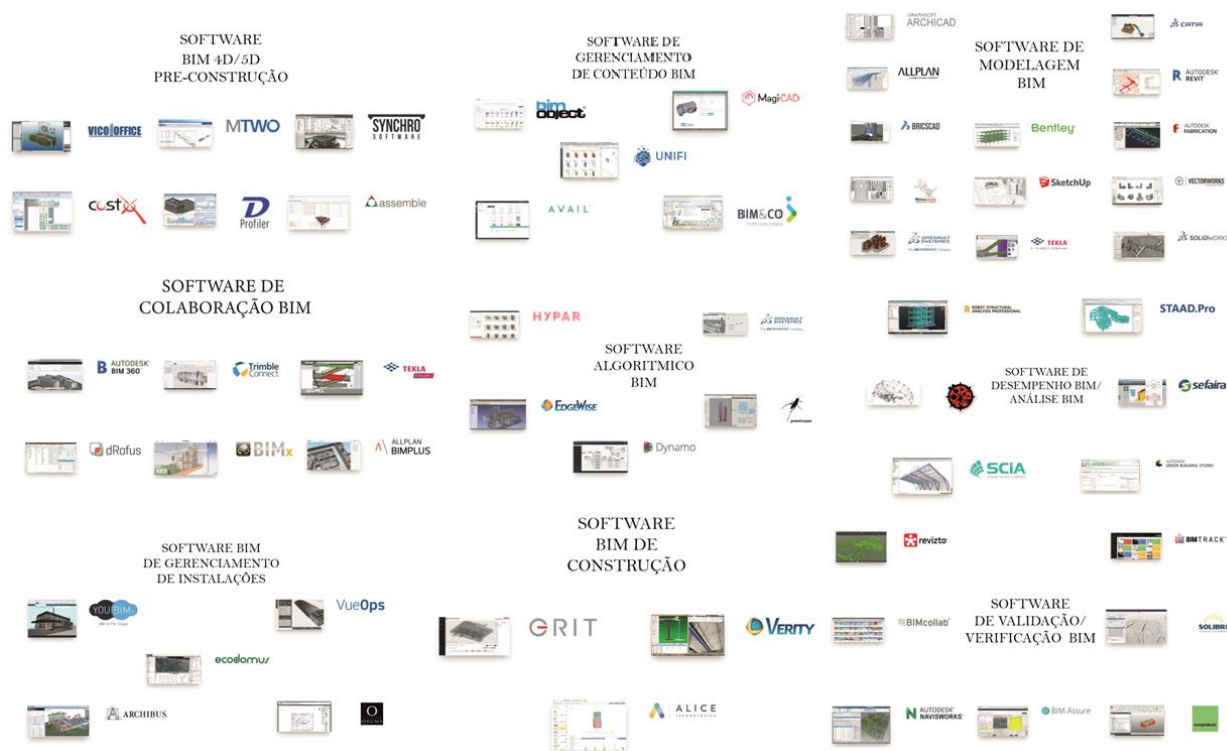
O BIM é um conceito que se faz necessária a utilização de tecnologia para que possa ser empregado. Foi a partir dos avanços tecnológicos que surgiu a metodologia BIM, trazendo inúmeras vantagens para o planejamento, execução e manutenção de empreendimentos.

A tecnologia permitiu que profissionais de diferentes regiões pudessem realizar trabalhos colaborativos sem estarem presentes no mesmo ambiente físico, proporcionando um vasto intercâmbio de conhecimento entre diversos profissionais pelo mundo. Além de facilitar a comunicação de diferentes profissionais, possibilitou a interoperabilidade entre softwares permitindo que softwares de diferentes fornecedores comunicassem entre si.

#### 2.3.2.1 Softwares

Com o crescimento do BIM foram surgindo dezenas de softwares com diferentes finalidades, conforme as figuras a seguir:

Figura 2.4 - Diferentes tipos de softwares BIM.



Fonte: Lodplanner adaptado pelo próprio autor, 2021.

Os softwares são fundamentais para qualquer projeto, portanto é necessário ter bastante cuidado ao escolher um software para uma empresa ou um projeto específico. Na fase de escolha dos softwares é importante realizar um fluxograma com os formatos de arquivos que serão transmitidos, afim de estudar a interoperabilidade entre os softwares. Além disso é interessante saber quais os possíveis usos dos modelos BIM dentro das etapas de projeto, construção e operação da edificação. (CBIC,2017).

Outros fatores importantes na escolha de um software consistem em verificar se: permite uma coordenação multidisciplinar, traz uma eficiência e produtividade, costuma ser lento, aparece erros com frequência ou perda de informação e procurar saber como é o suporte do software. (KOUTSOGIANNIS, 2016).

### 2.3.2.2 Hardware

A escolha do hardware é imprescindível, pois além de atender as especificações mínimas dos softwares envolvidos, tem que ser levado em conta o sistema de armazenamento

de arquivos, sistema de controle e distribuição de arquivos internos, sistemas de backup, sistema de comunicação e coordenação, servidor e microcomputadores para eventuais reuniões (ABDI, 2016).

A má escolha do hardware pode acarretar perda de produtividade, retrabalho, erros frequentes no uso dos softwares, necessidade de recursos adicionais, turnos distintos de trabalho, perda de informações, fragilidade na segurança dos arquivos entre outros problemas.

## **2.4 IFC (INDUSTRY FOUNDATION CLASSES)**

A *Industry Foundation Classes* (IFC) é um formato de arquivo padronizado do ambiente construído, portador de um padrão internacional aberto (ISO 16739-1: 2018), com o intuito de ser neutro ou imparcial, ou seja, um formato de arquivo não proprietário, permitindo que informações sejam transmitidas para diferentes softwares independentes dos seus fornecedores.

Consoante se verifica que o IFC sofreu várias atualizações:

O IFC 1.0 foi publicado em 1997 com escopo muito limitado, focado na parte arquitetônica, incorporando cinco processos de arquitetura, dois processos de HVAC, dois processos para gerenciamento de construção e um processo para gestão das facilidades. Somente dezessete empresas implantaram o IFC 1.0, sendo utilizado como protótipo para produzir uma experiência inicial do uso do IFC e aumentar sua estabilidade (LAAKSO & KIVINIEMI, 2012).

O IFC 1.5 teve um curto período, logo surgiram problemas no modelo, necessitando de nova atualização, a liberação do IFC 1.5.1. Ocorrendo suas primeiras implementações em softwares comerciais por volta de 1998, com vários conjuntos de modelagem comercial compatíveis, estimou-se 41 implementações no final de 1998 (LAAKSO & KIVINIEMI, 2012).

O IFC 2.0 refere-se à primeira versão internacional do IFC, cujo o escopo foi a inclusão de extensões de arquitetura, sistemas HVAC, código de verificação, estimativa de custos, gerenciamento de instalações, gerenciamento de propriedades, redes de uso geral e utilização de documentos externos (LAAKSO & KIVINIEMI, 2012).

O IFC 2x e ISO PAS (2000-2005) – O IFC 2x reporta-se a uma versão de estabilidade, trazendo uma melhora das técnicas de arquitetura. Em 2000, o consórcio decidiu liberar o acesso a qualquer pessoa de forma gratuita, também adotou um processo de normatização mais transparente e em 2005 o IFC 2x atingiu o status de ISO/PAS16739 (LAAKSO & KIVINIEMI, 2012)

O IFC 2x2 lançado em 2003 trouxe consigo a geometrias do modelo 2D, extensão da



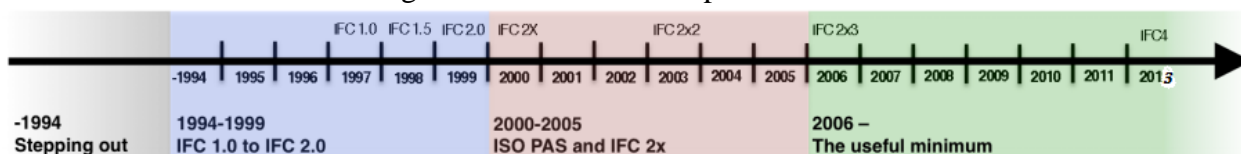
quebra de componentes do serviço predial, detalhamento da análise estrutural, suporte para a verificação de código de construção e gerenciamento de instalações (LAAKSO & KIVINIEMI, 2012)

O IFC 2X3 foi lançado em fevereiro de 2006, trazendo correções de erros apresentados no IFC 2x2.

Em 2010 a *BuildingSMART* criou um novo processo de certificação chamado de “certificação IFC 2.0”. Com esse novo processo os fornecedores de softwares podem obter um certificado de dois anos com base no modelo 2x3.

Após o IFC 2x3 houve o desenvolvimento de uma versão avançada titulada de IFC 4, superando algumas limitações. O IFC 2x3 foi dividido em dois MVDs: “*The Reference View*”, basicamente para fins de visualização, coordenação e identificação de conflitos e o “*Design Transfer*”, com a finalidade de trocar de modelos IFC a serem importados e usados posteriormente em outro aplicativo (BUILDINGSMART, 2020).

Figura 2.5 - Linha do tempo do IFC.



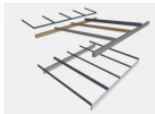
Fonte: Adaptado pelo próprio autor de Laakso e Kiviniemi, 2012.

Atualmente, a *BuildingSMART* publica em seu site todos os softwares certificados na certificação IFC 2.0, gera, também um relatório mostrando a qualidade do IFC, conforme a figura 2.5, onde se adotam colorações: verde para uma verificação completa, amarelo para uma verificação limitada e vermelho para uma não verificação (BUILDINGSMART, 2020).

Figura 2.6 -Relatório da certificação do IFC.

Concepts

Beam\_01 / 2x3



103 IfcBeam	company statement		Beam_01 / 2x3
010 Naming	■		
020 Placement			
020-2 Placement Relative	■		
030 Geometry			
030-6 Geometry Body			
030-6-1 Geometry SweptSolid	■		
030-6-2 Geometry Clipping	■		
040 Presentation			
040-1 Geometric Presentation	■	For the moment TopSolid get only Surface Style, not curve style.	
040-2 Material Presentation	■	For the moment TopSolid get only Surface Style, not curve style.	
120 Spatial Containment	■		
200 Material			
200-1 Single Material	■		
210 Property Set			
210-1 Property Set IFC Common	■		
General	company statement		Beam_01 / 2x3

■ Supported ■ Restricted ■ Not Supported

Fonte: BuildingSMART, 2020.

Para o BIM o IFC é de suma importância, visto permitir que vários softwares de diferentes disciplinas comuniquem entre si, facilitando o trabalho colaborativo, reduzindo tempo, e dificultando o monopólio de fornecedores de softwares. Essa comunicação de informações é chamada de “*openBIM*” (BIBLUS,2019).





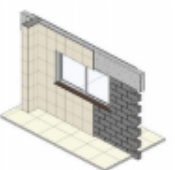

## 2.5 LOD – Level of development (Nível de Desenvolvimento)

Tentando criar padrões para os projetos em BIM a *American Institute of Architects* (AIA) definiu níveis de desenvolvimento, que mostram a complexidade da modelagem.

Assim, o LOD serve como um padrão para ser utilizados em contratos, para que as equipes possam definir os entregáveis BIM e, ainda, possibilita aos usuários saber até qual ponto aquela informação é confiável (CBIC, 2016).

O LOD é classificado de 100 a 500, sendo 100 o menos complexo e o LOD 500 o mais complexo, conforme a imagem a seguir:

Figura 2.7 – LOD.

LOD	Conceito	Arquitetura
100	O Elemento do Modelo pode ser representado graficamente no Modelo com um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos para LOD 200. Informações relacionados ao Elemento do Modelo (isto é, custo por m <sup>2</sup> quadrado, tonelage de HVAC, etc.) podem ser derivadas de outros Elementos do Modelo	
200	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema genérico, objeto ou montagem com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo	
300	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo	
350	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e interfaces com outros sistemas de construção. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.	
400	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.	
500	O Elemento do Modelo é uma representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos Elementos do Modelo.	

Fonte: GDP, adaptado de LOD Specification 2016.

Vale ressaltar que alguns autores como a CBIC criaram LOD 450, intermediário entre o LOD 400 e o LOD 500.

## 2.6 Implementação BIM

A implementação BIM reveste de grande complexidade. Recomenda-se que seja feita através de um projeto formal, minimamente estruturado e documentado (CBIC,2016).

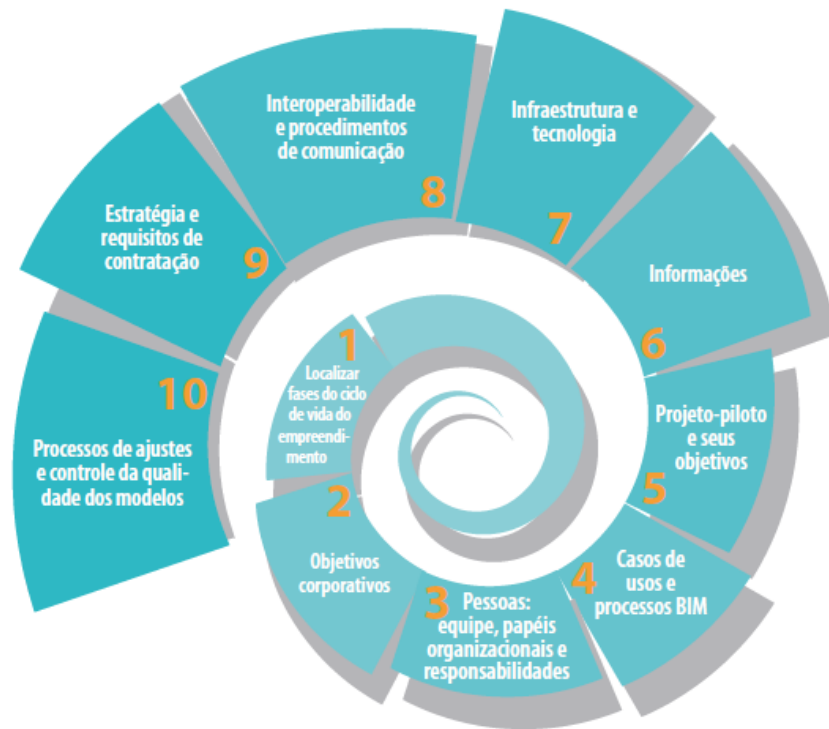
O primeiro projeto da implementação BIM em uma empresa deve ser um projeto piloto, sendo um projeto fictício ou um projeto real, com folga de prazo e que não haja um elevado grau de complexidade (ABDI,2016).

Nas figura 2.8 e 2.9 estão citados os guias de implementação BIM da ABDI e da CBIC,

a fim de comparações.

Para a CBIC um projeto de implementação BIM pode ser dividido em dez fases.

Figura 2.8 - Etapas da Implementação BIM.



Fonte: CBIC, 2016.

Já a ABDI realiza um resumo da implementação BIM da seguinte forma:

Figura 2.9 - Resumo da implementação BIM.



Fonte: GDP, 2018.

### 2.6.1 Localizar fases do ciclo de vida do empreendimento ou diagnóstico

Vários passos devem ser seguidos, o primeiro passo principal para um projeto de implantação BIM consiste em localizar fases do ciclo de vida do empreendimento. Quanto mais fases do ciclo de vida a empresa realizar maior será a complexidade da implantação. Mesmo havendo muitas fases do ciclo de vida exige definir uma fase, pela qual a implantação será iniciada (CBIC, 2016).

A aplicabilidade do BIM ao longo do ciclo de vida das edificações é um aspecto importante. Para a adoção do processo BIM se faz necessário reconhecer os processos operacionais da empresa para depois estruturar seu processo de implementação BIM (ABDI, 2017).

Figura 2.10 - Ciclo de vida de uma incorporadora.



Fonte: CBIC, 2016.

### 2.6.2 Objetivos corporativos ou diagnóstico

Antes de traçar a estratégia da implantação é preciso requer definir qual o objetivo que se deseja para a implantação (ABDI, 2017).

Após os escopos corporativos listados é importante estabelecer métricas de desempenho, para que seja possível, depois, comprovar se os objetivos estão sendo alcançados (CBIC, 2016).

Visando ilustrar a segue um exemplo de objetivo corporativo de uma incorporadora pela CBIC: “Reduzir 10% dos custos totais do empreendimento.”

### 2.6.3 Pessoas: equipe, papéis organizacionais e responsabilidades ou treinamento de equipes

O elemento fundamental do BIM são as pessoas, por conseguinte implica na necessidade de haver um clima organizacional harmônico, com gestão baseada em competências: conhecimento, habilidade e atitude. Além da capacitação técnica da equipe e saber colocar o conhecimento em prática serem importantes, também, é necessário verificar a parte comportamental dos membros da equipe, pois a implementação BIM necessita de um trabalho colaborativo, devendo reinar sinergia de criatividade, equilíbrio emocional, comunicação, empatia, compartilhamento do saber, aprendizado contínuo, motivação, ética, visto as informações devem ser o tempo todo compartilhadas e solucionando problemas (ABDI, 2017).

Os papéis organizacionais e responsabilidades são fundamentais para a implantação do BIM para impedir que diferentes equipes executem os mesmos trabalhos e para que não haja conflitos. Portanto se faz necessário a definição das equipes responsáveis por cada uso do BIM e suas atribuições (CBIC, 2016).

A empresa pode optar por contratar um gerente BIM ou capacitar algum profissional da área para exercer esse papel. Para tal ele deve ser capaz de: interagir com todos membros da equipe, solucionar conflitos; realizar reuniões periódicas; gerenciar, manter e controlar a qualidade dos modelos desenvolvidos; facilitar a execução das atividades, liderar e garantir a efetividade do treinamento da equipe; garantir que o processo de troca de informações seja eficiente, como uma das consequências haverá impacto positivo (CBIC, 2016).

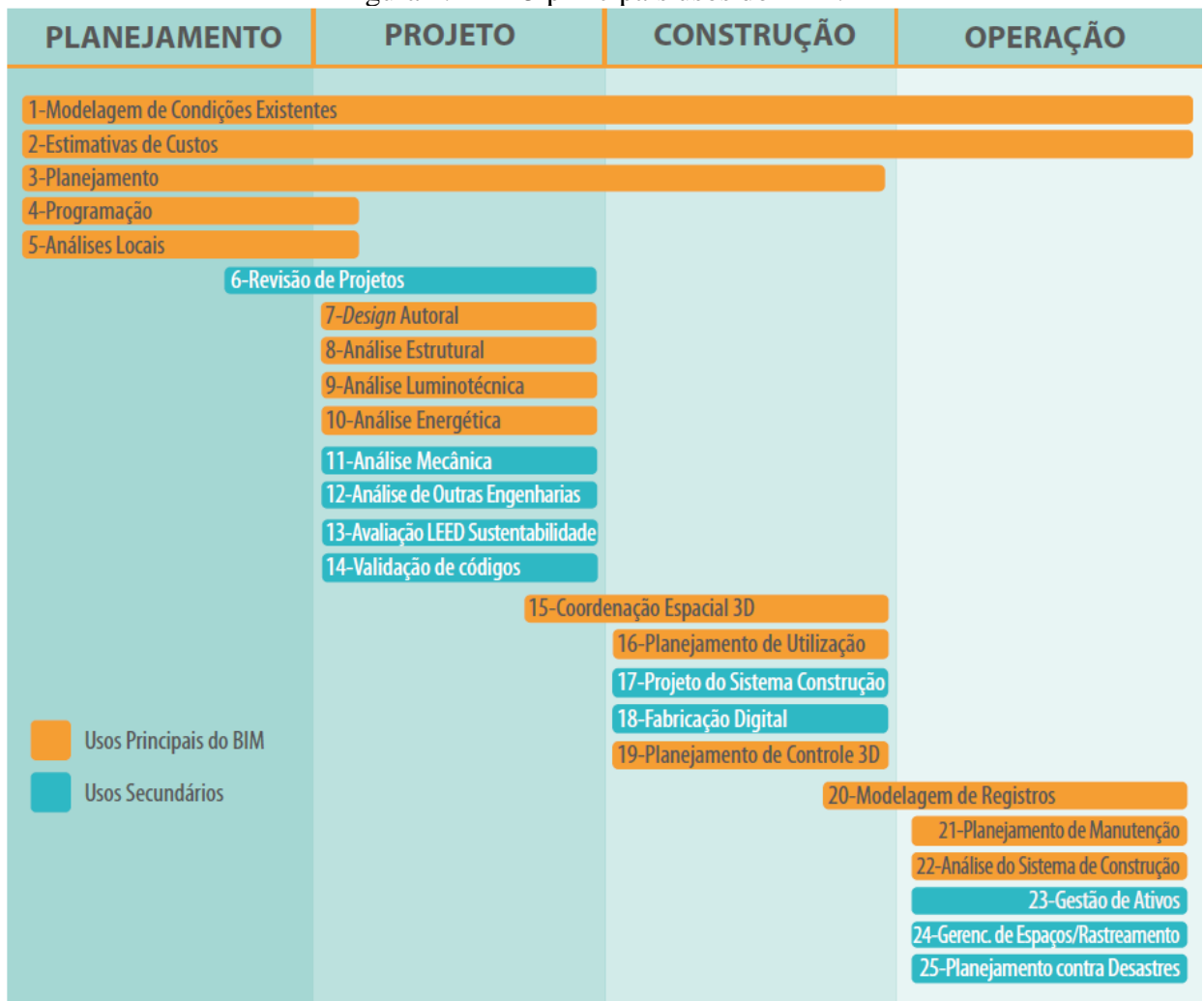
Os papéis organizacionais e responsabilidades são fundamentais para a implantação do BIM para impedir que diferentes equipes executem os mesmos trabalhos e para que não haja conflitos. Portanto se faz necessário a definição das equipes responsáveis por cada uso do BIM e suas atribuições (CBIC, 2016).

### 2.6.4 Casos de usos e processos BIM ou diagnóstico

Requer a cada novo empreendimento a definição do que se almeja alcançar no projeto, razão por que se faz necessário realizar três questionamentos: Quais serão os usos BIM? Em que momento do ciclo de vida da edificação eles devem ocorrer? Quem será o responsável? (ABDI, 2017).

Na identificação do uso do BIM ambas coletâneas citam os 25 usos do BIM mapeados pela *PenState University*:

Figura 2.11 - 25 principais usos do BIM.

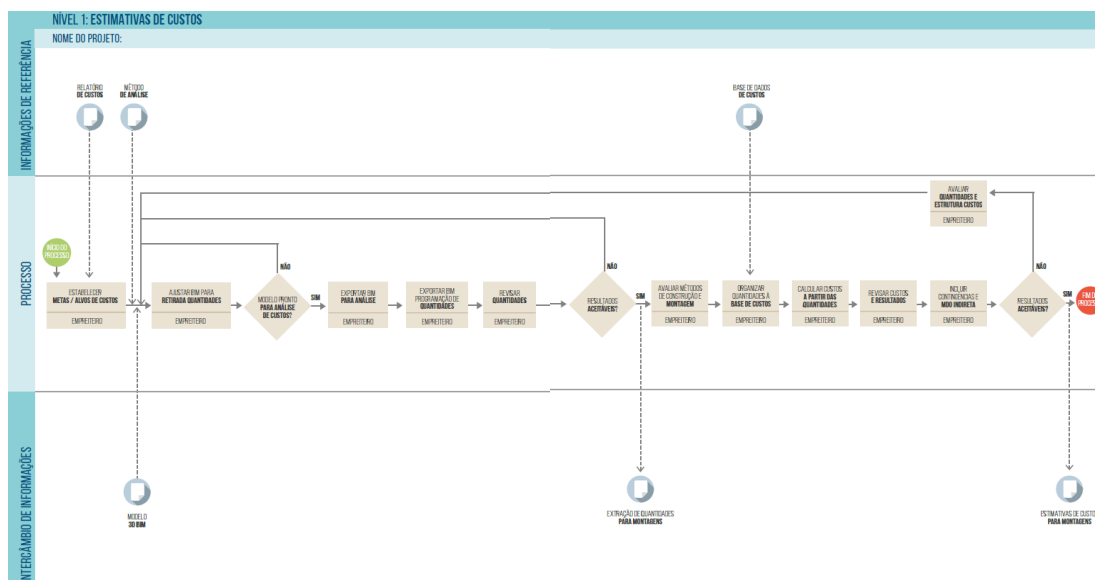


Fonte: CBIC, 2016.

A CBIC vai além da identificação, recomenda também seja realizada uma correlação entre eles, por exemplo, se for escolhido um software paramétrico de modelagem, será bastante fácil realizar o uso da “coordenação espacial 3D”.

Depois da identificação dos usos do BIM é importante montar um fluxograma de cada uso, mostrando os processos, informações de referência e intercâmbio de informações (CBIC, 2016).

Figura 2.12- Fluxograma do uso do BIM.



Fonte: CBIC, 2016.

Para realmente deliberar se prossegue com o uso na implantação recomenda-se a realização de uma tabela contendo as partes responsáveis, o uso do BIM e critérios para verificar se o uso do BIM é realmente válido (CBIC, 2016).

Tabela 2.1 - Verificação e validação dos usos do BIM.

Uso BIM	Valor p/ o projeto			Parte Responsável	Valor p/ a Parte resp.			Classificação da capacitação			Recursos adicionais competências necessárias p/ implementação	Observações	Prosseguir com o uso		
	Alto-Médio-Baixo				Alto-Médio-Baixo			Escala de 1 a 3 (1 = Baixo)					SIM	TAVELZ	NÃO
	Alto	Médio	Baixo		Alto	Médio	Baixo	Recursos	Competências	Experiência					
	A	M	B		A	M	B								
Modelagem de registros	A			Construtor		M		2	2	2	Requer software específico e treinamento		S		
				Gefente da Unidade	A			1	2	1	Requer software específico e treinamento				
				Designer		M		3	3	3					
Estimativas de custos		M		Construtor	A			2	1	1					N
Modelagem 4D				Construtor	A			3	2	2	Requer software específico e treinamento	Alto valor p/ proprietários porque resolve faseamento complexos	S		
										Requer hardware apropriado					
											Uso no faseamento da construção				
Coordenação Espacial 3D (na construção)	A			Construtor	A			3	3	3			S		
				Subcontratantes	A			1	3	3	Requer conversão p/ fabricação digital	Possível curva de aprendizado			
				Designer		M		2	3	3					
Análise de engenharia	A			Engos. Instalações	A			2	2	2				T	
				Arquiteto		M		2	2	2					



Fonte: CBIC, 2016.

A tabela 2.1 usou os seguintes critérios para verificar se o uso do BIM é válido para o projeto:

- O valor de importância que o uso do BIM tem para o projeto. (A-Alto, M-Médio e B-Baixo)
- A importância que o uso do BIM tem para as partes interessadas. (A-Alto, M-Médio e B-Baixo)
- O recurso necessário para que o uso do BIM seja executado. (1-Baixo, 2-Moderado e 3- Alto)
- A capacitação da parte interessada em realizar o uso do BIM. (1-Baixo, 2-Moderado e 3- Alto)
- A experiência que a parte interessada tem com determinado uso do BIM. (1-Baixo, 2- Moderado e 3- Alto)

Além das classificações citadas acima, adicionou-se uma coluna verificando se para tal uso do BIM seria necessário recursos adicionais e outra coluna para observações específicas do projeto.

#### 2.6.5 Projeto piloto e seus objetivos

O primeiro projeto da implementação BIM tem que ser um projeto piloto com um grau de complexidade não muito elevado e nem tão sucinto (ABDI, 2017).

Os objetivos do projeto piloto devem estar alinhados com as intenções corporativas, porém deve possuir objetivos específicos de acordo com o ciclo de vida da empresa (CBIC, 2016).

Os objetivos específicos devem ser definidos para cada uso do BIM e estar relacionado com a capacitação e aprendizado da equipe BIM (CBIC, 2016).

Para facilitar o entendimento dos objetivos específicos do projeto piloto a CBIC cita exemplos de objetivos, como “Desenvolver competências e capacitar a equipe interna na realização de processos BIM”.

#### 2.6.6 Informações ou planejamento da implementação

O sistema de classificação da informação recomendado pela ABDI é a NBR ISO 12006-2:2015 - Construção de edificação - Organização de informação da construção e a ABNT NBR

15965 - Sistema de classificação da informação da construção (ABDI, 2017).

A NBR ISO 12006-2:2015 identifica um conjunto de tabelas, títulos e seus relacionamentos lógicos. Cada tabela representa uma classe, a qual pode ser relacionada a outra de forma diferente conforme a figura 2.13 (BRASIL, 2018).

Figura 2.13 - Esquema geral das classes e seu relacionamento.

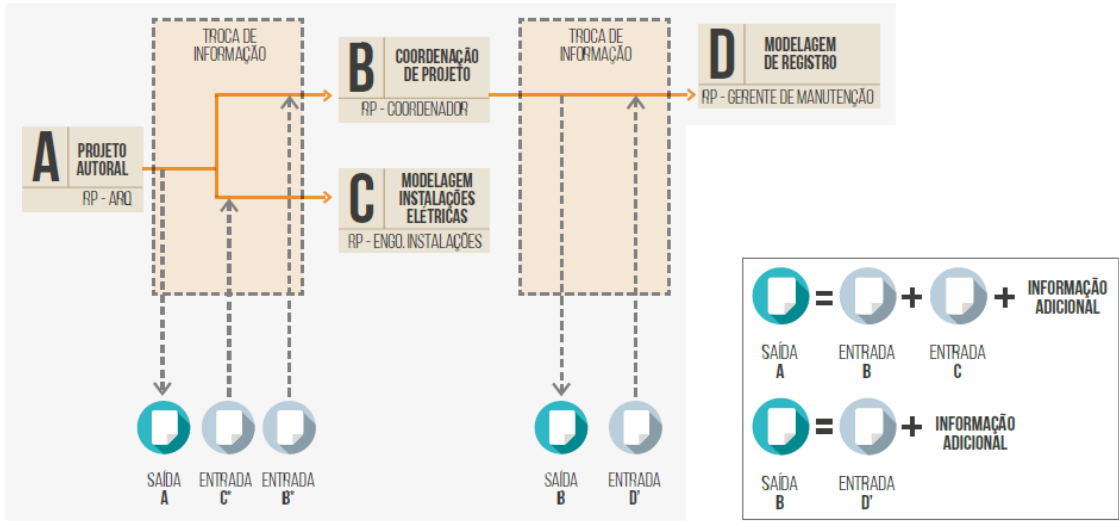


Fonte: ABDI adaptado de ISO 12006-2- 2015.

Já a CBIC utiliza um método próprio com referências em artigos desenvolvidos pela PennState University, o qual se define as seguintes etapas:

- Identificar as informações essenciais na execução de cada um dos processos
- Definir como será realizada a troca de informações, deixando claro qual o conteúdo que está sendo recebido e enviado, exemplo na figura 2.13
- Mapear e documentar todas as trocas de informações entre os participantes.

Figura 2.14 - Exemplo de esquema de fluxo de troca de informações, com a identificação de diferentes casos de usos, bem.



Fonte: CBIC, 2016.

### 2.6.7 Infraestrutura e tecnologia ou atualização da infraestrutura

No âmbito de tecnologia ambos os guias citam software, hardware e conteúdo para modelagem.

A ABDI recomenda focar nos seguintes itens:

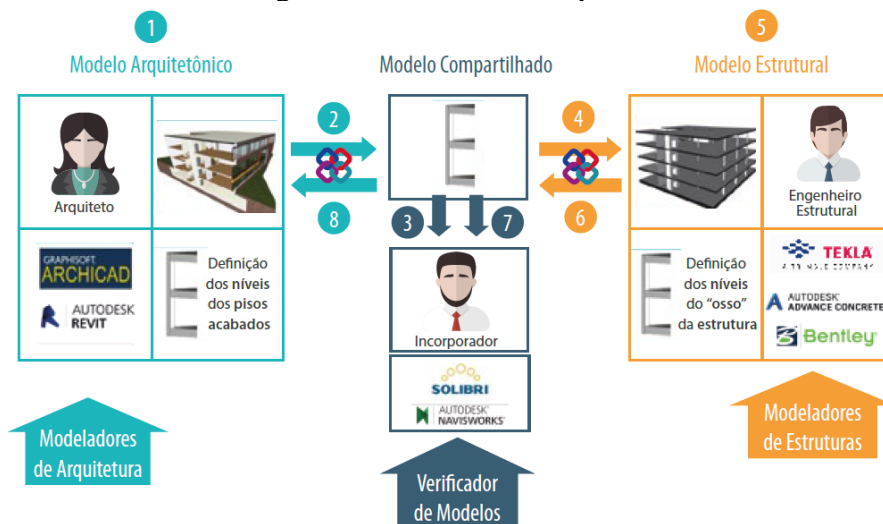
Tabela 2.2 - Itens de infraestrutura técnica.

Item	Descritivo	Obs.
Aplicativos de projeto	Descrever o que existe e a utilização atual	Algumas vezes os aplicativos estão disponíveis, mas fora de uso.
Sistemas de armazenamento de arquivos		Em organizações de pequeno porte é comum utilizar sistemas de armazenamento em rede no lugar de servidores, acoplados a um sistema de <i>firewall</i> .
Sistemas de controle e distribuição de arquivos internos		Algumas vezes são associados a sistemas de controle de nomenclatura de arquivos, um recurso conveniente.
Sistemas de controle e distribuição de arquivos para público externo.	Pode ser um sistema externo, na nuvem, VPN ou sistemas internos de controle do acesso externo aos servidores.	Sistemas externos em geral são conjugados com <i>backup</i> na nuvem.
Rede interna (cabearamento, roteadores, <i>switches</i> , <i>wifi</i> , sistemas de segurança, <i>firewall</i> etc.)	Verificar a velocidade nominal e a capacidade de banda dos diversos componentes.	O fluxo de dados entre os servidores e os micros de projeto é muito elevado, especialmente em escritórios de arquitetura e instalações com diversos projetistas acessando o mesmo arquivo central.
Sistema de <i>backup</i> interno	Para acesso a arquivos de uso mais imediato. Verificar capacidade e velocidade de acesso.	Analisar se tem capacidade para a demanda BIM futura, se é escalável etc.
Sistema de <i>backup</i> externo	Além da capacidade, verificar a qualidade da conexão com os sistemas externos, horários e procedimentos. Em organizações de pequeno porte muitas vezes pode ser um HD portátil.	Para segurança em caso de acidentes graves. Pode ter dois tipos, um voltado a arquivos em uso e outro mais amplo, para preservar o conhecimento histórico da organização.
Sistema de comunicação e coordenação	Qual o sistema e método de comunicação entre os membros da equipe de projeto e os registros de atas.	No BIM, deve ser preferencialmente baseado em formato BCF.
Servidor	Descrever processador, velocidade, capacidade de RAM e placas de rede.	Analisar a capacidade de armazenamento, de processamento e de comunicação (placas de rede). A RAM em geral não tem uma demanda expressiva, mas a velocidade de acesso sim.
Microcomputadores	Processador, memórias RAM, discos (SSD ou HD), placas de vídeo, placas de rede, qualidade e tipo de mouse.	Analisar a capacidade face às demandas projetadas. Em geral será adequado ter mais de um tipo de configuração, sendo uma para o aplicativo de projeto, outra para atividades que demandem mais das placas gráficas etc. Discos SSD permitem altas velocidades de acesso ao sistema, um ponto muito positivo para o BIM.

Fonte: GDP

A CBIC no âmbito de softwares recomenda que após decidido os usos do BIM defina-se os formatos de arquivos, a serem utilizados nas transferências de informações, exemplo figura 2.15, e a elaboração de uma estratégia caso ocorra mudança ou atualização de software para que não haja reclamações nem conflitos entre os participantes.

Figura 2.15 - Troca de arquivos.



Fonte: CBIC, 2016.

#### 2.6.8 Interoperabilidade e procedimentos de comunicação

A CBIC define os seguintes passos a serem seguidos para o desenvolvimento dos requisitos de intercâmbio de informações: identificação de cada potencial troca de informação no mapeamento dos processos; definição da estrutura de divisão para o projeto, identificar os requisitos para intercâmbio de informações de cada uma das trocas (entradas e saídas) como receptores de modelo BIM, tipo de arquivo, informações e notas; definir participantes que serão responsáveis pela autoria das informações necessárias; comparação dos conteúdos de entrada e de saída.

#### 2.6.9 Estratégia e requisitos de contratação

A estratégia e os requisitos de contratação são de suma importância. Para ser definido o método de contratação é necessário estabelecer o objetivo da contratação e identificar todas as atividades que podem ser executadas internamente e as que devem ser contratadas. Os principais pontos para a contratação é definir o formato de arquivo entregue, a respectivas responsabilidades e direitos sobre a propriedade intelectual (CBIC, 2016).

#### 2.6.10 Processos de ajustes e controle da qualidade dos modelos ou gerenciamento do plano de implementação.

Para que o gerenciamento da implementação possa ocorrer de forma eficiente se faz necessário o desenvolvimento de indicadores. Os indicadores devem refletir o objetivo e a avaliação de desempenho da organização (ABDI, 2017).

No âmbito de controle da qualidade é fundamental definir procedimentos, como revisões, reuniões e marcos. Caso haja alguma inconformidade é essencial que as causas sejam identificadas, se faça os ajustes necessários e reportar para que não volte a acontecer (CBIC, 2016).

### 2.7 Principais diferenças entre a metodologia da CBIC e da ABDI.

As principais diferenças entre a metodologia de implementação BIM da CBIC e da ABDI estão representadas na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Diferença da CBIC e da ABDI

<b>Principais diferenças da implementação do BIM</b>
--

<b>CBIC</b>	<b>ABDI</b>
<b>CASOS DE USOS E PROCESSOS BIM</b>	<b>PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO</b>
Definir os usos do BIM.	Definir os usos do BIM.
Correlacionar os usos do BIM.	Estabelecer fluxograma com os processos do usos do BIM.
Estabelecer fluxograma com os processos do uso do BIM.	
Validar se prossegue com o uso do BIM.	
<b>INFORMAÇÕES</b>	<b>PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO</b>
Método próprio com referência a NBR ISO 12006-2:2015 - Construção de edificação - Organização da construção.	Cita a NBR ISO 12006-2:2015 - Construção de edificação - Organização da construção e a NBR 15965 - Sistema de classificação da informação da construção.
<b>INFRAESTRUTURA E TECNOLOGIA</b>	<b>ATUALIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA</b>
Softwares (realizar fluxograma com os formatos de arquivos).	Softwares.
Hardware.	Sistema de armazenamento de arquivos
Elaborar uma estratégia caso ocorra mudança ou atualização de software.	Sistemas de controle e distribuição de arquivos internos
	Rede interna.
	Sistema de backup.
	Sistema de comunicação e coordenação.
	Servidor.
	Microcomputadores.
<b>INTEROPERABILIDADE E PROCEDIMENTOS DE COMUNICAÇÃO</b>	<b>PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO</b>
Identificação de cada potencial troca de informação no mapeamento dos processos.	Utiliza a NBR 15965 - Sistema de classificação da informação da construção.
Definição da estrutura de divisão para o projeto.	
Identificar os requisitos para intercâmbio de informações de cada uma das trocas (entradas e saídas) como receptores de modelo BIM, tipo de arquivo, informações e notas.	
Definir participantes que serão responsáveis pela autoria das informações necessárias.	
Comparação dos conteúdos de entrada e de saída.	

Fonte: Próprio, 2021.

## 2.8 Possíveis obstáculos

Os obstáculos com potencialidade de surgirem durante a implementação do BIM podem ser diversos, porém os mais frequentes e comuns na implementação no Brasil com profissionais

do BIM conforme pesquisa realizada pela CBIC são: resistência às mudanças por partes das pessoas e organizações; dificuldade de entendimento e compreensão do que é BIM e das suas vantagens; questões culturais e particularidades ambiente construído e do mercado brasileiro; dificuldade com a tecnologia BIM.

### **3 OBJETO DE ESTUDO**

Neste capítulo será abordado o projeto selecionado para ser o objeto de estudo do presente trabalho.

#### **3.1 PISAC (Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído)**

O Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído é uma plataforma de inovação tecnológica do Parque de Ciência e Tecnologia da UnB (PCTec). É o resultado de uma parceria entre agentes públicos e privados do Brasil e Reino Unido.

O foco do PISAC é facilitar a comunicação e incentivar a parceria entre detentores de interesse, podendo ser do setor público ou privado, implementando projetos que atendam o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação, com foco em sustentabilidade, inovação e resiliência (PISAC, 2021).

Os projetos realizados pelo PISAC podem ir desde a concepção, o planejamento, a construção até a operação do ambiente construído. As atividades do PISAC são realizadas com a participação de discentes, docentes, empresas e profissionais que atuam no setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

#### **3.2 O Projeto**

O projeto selecionado para ser analisado é um projeto-modelo de cadeia pública demandado pelo Departamento de Penitenciária Nacional (DEPEN) e executado pelo PISAC, com o apoio da UnB.

As principais diretrizes do projeto são: estar conforme as Resoluções do Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária (CNPCP); ser utilizada a metodologia BIM; criar um modelo de referência para todo o Brasil (DEPEN, 2020).

Figura 16.1 – Projeto selecionado.



Fonte: DEPEN, 2020.



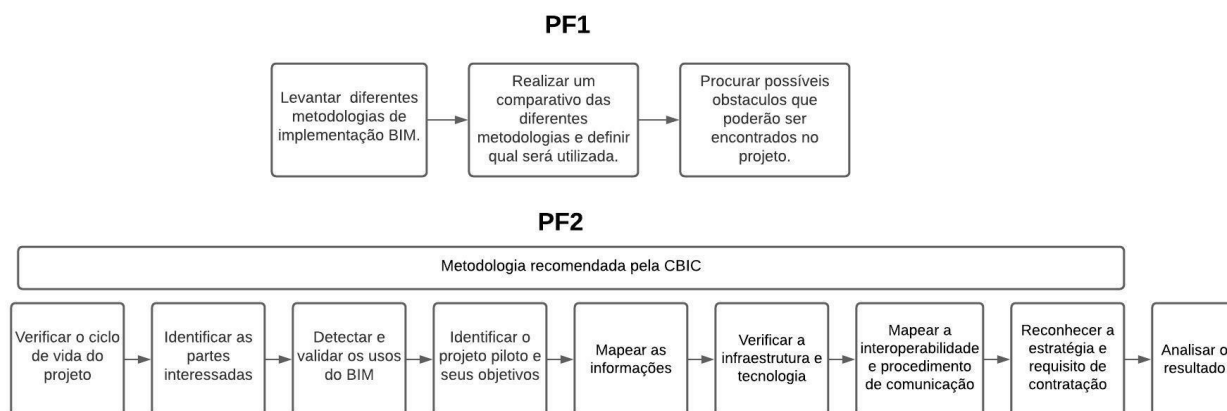
## 4 METODOLOGIA

Para analisar a implementação BIM e alcançar os objetivos aqui estabelecidos, em primeiro momento foi realizada uma comparação entre a implementação BIM recomendada pela ABDI e pela CBIC. Após a comparação definiu-se que para o presente projeto será utilizado a metodologia recomendada pela CBIC por se tratar de uma metodologia mais didática com 10 etapas enumeradas e por usar uma metodologia que valida se continuar ou não com uso do BIM, sendo importante para projetos futuros do PISAC.

A parte 1 deste trabalho foi levantar as diferentes metodologias de implementação BIM, possíveis obstáculos que poderiam ser encontrados ao longo do projeto, definir a metodologia que seria aplicada na análise da implementação BIM e estipular um prazo para a realização de cada fase da metodologia.

Como o procedimento de implementação BIM da CBIC foi eleito para o projeto é apresentado na figura 4.1 o fluxograma de atividades principais do trabalho.

Figura 4.17 - Fluxograma das principais atividades do projeto.



Fonte: Próprio.

A parte 2 do presente trabalho sucedeu utilizando a metodologia recomendada pela CBIC, que consiste em: identificar o ciclo de vida do empreendimento; definir os objetivos corporativos; eleger pessoas e estabelecer os papéis organizacionais e responsabilidades; analisar os usos do BIM, aclarar o projeto piloto e seus objetivos, estabelecer as trocas de informações, identificar as infraestruturas e tecnologias necessárias, definir a forma de interoperabilidade e procedimentos de comunicação, traçar estratégia e requisitos de contratação e criar processos de ajuste e controle da qualidade dos modelos, para realizar uma análise minuciosa do projeto.

## 5 RESULTADO

O ciclo de vida identificado do projeto que é responsabilidade do PISAC é fase pré obra, englobando a concepção, conceituação, verificação de viabilidade e projeto.

Figura 5.18 - Ciclo de vida do projeto do PISAC.

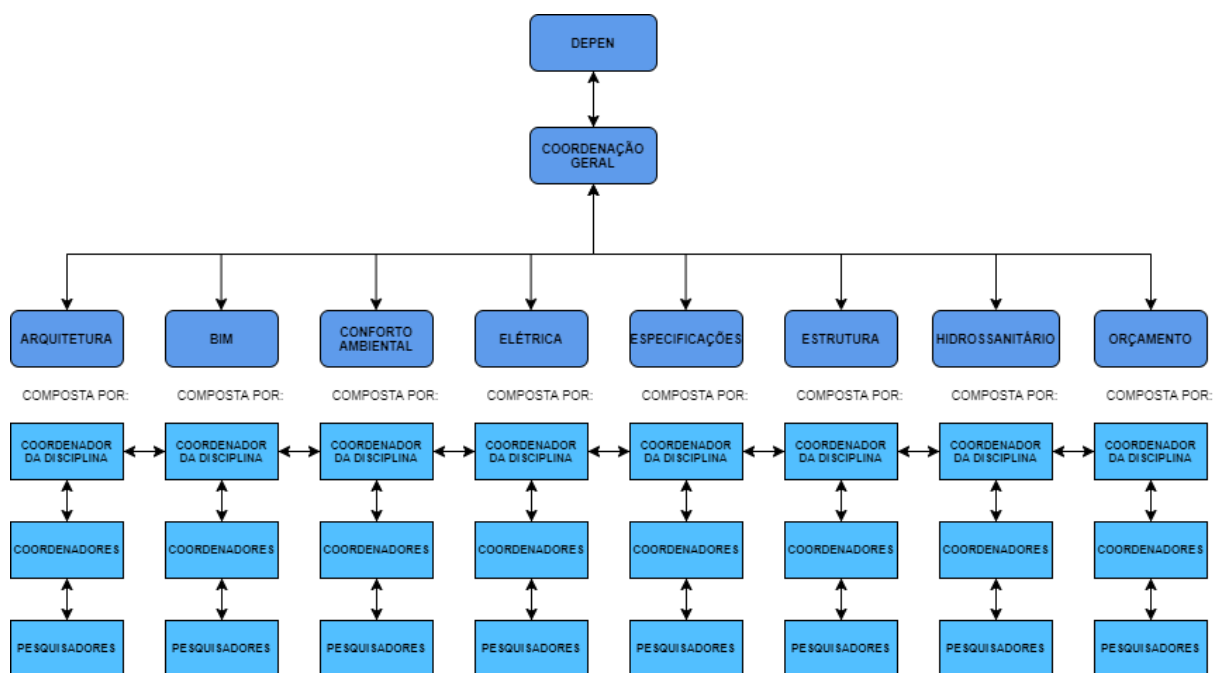


Fonte: CBIC, 2016.

Como o projeto é uma parceria do DEPEN com o PISAC, que tem apoio da UnB, os profissionais que fazem parte do projeto necessariamente têm que ter um vínculo institucional com a Universidade Nacional de Brasília, portanto em sua maioria é alunos de graduação, pós-graduação e professores de diversas áreas.

Devido a diversidade de profissionais, a divisão de equipes é formada de acordo com a área de atuação, em geral as equipes são formadas por um coordenador chefe, coordenadores e pesquisadores, em sua maioria os coordenadores chefes são professores da própria universidade e os pesquisadores são alunos de graduação e pós-graduação.

Figura 19 - Divisão das equipes.



Fonte: Próprio.

As partes interessadas pelo projeto são formadas pelas equipes citadas anteriormente.

Já identificadas as partes interessadas, a CBIC recomenda a análise e validação dos usos do BIM. Como o ciclo de vida identificado do projeto é até a fase de projeto só foram considerados os usos do BIM, que englobam essas fases, sendo eles:

Tabela 4.1 - Verificação e validação dos usos do BIM no projeto.

Uso BIM	Valor para o projeto			Parte Responsável	Valor p/ a Parte Resp.			Classificação da capacitação			Recursos adicionais	Prosseguir com o uso		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO		ALTO	MÉDIO	BAIXO	Re	com	Ex		SIM	TALVEZ	NÃO
Modelagem de Condições Existentes				Contratante		X		1	2	1	Software de manipulação de nuvem de pontos. Digitalização 3D a laser. Equipamento de levantamento de dados.			
			X	Construtor	X			-	-	-				X
				PISAC			X	1	1	1				
Estimativas de Custos	X			Contratante	X			3	1	3		X		
				Demais equipes	X			3	3	2				
				Equipe de orçamento	X			3	3	2				

Planejamento 4D	X			Contratante	X			3	2	2	Software de planejamento.		X	
				Coordenação		X		2	1	3				
				Equipes		X		2	1	3				
Programação	X			Cliente	X			3	3	3		X		
				Coordenação	X			3	3	3				
				Equipes	X			3	3	3				
Análises Locais	X			Cliente	X			2	3	3			X	
				Coordenação	X			2	2	3				
				Equipes	X			2	1	3				
Revisão de Projetos	X			Cliente	x			3	3	3		X		
				Coordenação	x			3	3	3				
				Equipes	X			3	3	3				
Design Autoral	X			Equipes	X			3	3	3		X		
Análises Estrutural	X			Equipe de estrutura	X			3	3	3		X		
Análise Luminotécnica	X			Equipe de Elétrica	x			3	3	3		X		
				Equipe de Arquitetura	x			3	3	3				
				Equipe de conforto ambiental	X			3	3	3				
Análise Energética	X			Equipe de elétrica	X			3	3	3		X		
Análise de Outras Engenharias	X			Equipes	X			3	3	3		X		
Avaliação LEED Sustentabilidade		X		Cliente	X			3	3	3			X	
				Coordenação	X			3	2	3				
				Equipes	X			3	2	3				
Validação de Códigos	X			Coordenação				3	3	3		X		

				Equipes	X			3	3	3				
Coordenação Espacial 3D	X			Equipe BIM	x			3	3	3		X		

Fonte: Próprio, 2021.

A modelagem de condições existente tem um valor baixo para o projeto pelo fato do projeto ser um modelo único para todo o Brasil então não se sabe a localização específica de onde vai ser executado o projeto, portanto o projeto foi realizado em um terreno reto e será adaptado se necessário pelo construtor.

A estimativa de custo embora tenha uma equipe específica ao utilizar a metodologia BIM é necessária uma comunicação da equipe de orçamento com todas as demais equipes porque o orçamento é extraído de softwares e para se fazer legível e compreensivo essa extração tem que seguir parâmetros pré-definidos pela equipe de orçamento. Portanto para o sucesso da estimativa de custo é imprescindível um trabalho colaborativo. Para o projeto em específico foi utilizado o software OrçaFascio para auxiliar na estimativa de custo.

O planejamento da fase 4D (modelo 3D com a dimensão tempo adicionada) não é realizado no projeto já que a responsabilidade do PISAC não contempla o cronograma de execução da obra, caso deseja-se implantar o planejamento 4D o recurso necessário para a implementação seria um software de planejamento e realizar a modelagem das fases de construção da obra, não seria necessário um novo software para adicionar o modelo 3D com o tempo, visto que o software Navisworks utilizado para a compatibilização já possui essa funcionalidade. Embora esse uso não tenha um valor alto para o projeto do PISAC ele é importante na fase de construção com seu uso é possível identificar possíveis conflitos de espaço e trabalhadores, além de diminuir o desperdício e aumentar a produtividade nos locais de trabalho.

O uso chamado de Programação é a validação do espaço utilizado. A equipe responsável tem que ter habilidade em navegar no projeto e fazer revisão no modelo 3D. Esse uso foi utilizado no projeto por meio de óculos de realidade virtual e o software REVIT LIVE, onde membros das equipes e até mesmo o cliente puderam navegar no projeto e realizar uma revisão completa verificando se o espaço dos ambientes estava de acordo com o esperado (GSABIM, 2015).

A Análise Local é o estudo das propriedades de uma determinada área para verificar se a localização é a ideal para o projeto fazendo necessário o uso de software GIS. Esse uso não foi utilizado no projeto, mas utilizou-se outros parâmetros para poder realizar a análise local

definir o design do projeto como o clima das regiões candidatas a construção da cadeia entre outros parâmetros (PENNSTATE, 2019).

O Design Autoral foi utilizado no projeto criando vários modelos 3D paramétricos e atribuindo informações a eles tanto nas disciplinas de arquitetura, hidráulica, sanitária, como na elétrica. Facilitando tanto na compressão, visualização e produtividade por parte dos profissionais como na elaboração do orçamento.

A Revisão do Projeto seguiu uma sequência, a cada fase do projeto entregue era feito uma revisão interna de cada disciplina e uma revisão de todas as disciplinas juntas, a partir de um modelo federado. Esse processo possibilitou resolver problemas na fase inicial do projeto facilitando sua alteração. Para este uso foram necessários computadores potentes capazes de suportar um modelo de projeto grande.

A Análise de Desempenho Estrutural é um uso de extrema importância para o projeto e foi realizada utilizando o software SAP 2000 pela equipe de estruturas.

A Análise de Desempenho da Iluminação foi realizada pela equipe de conforto ambiental, onde se verificou as condições de iluminação dentro de um espaço.

A Análise de Desempenho Energético foi realizada pela equipe de elétrica utilizando o software QiBuilder.

Embora a Análise Mecânica está na recomendação da CBIC a universidade de Penn State, que foi fonte para a recomendação da CBIC, realizou uma atualização dos usos do BIM juntando este uso ao uso de outras engenharias (PENNSTATE, 2019).

O uso de Outras Engenharias foi necessário para o projeto, sendo utilizado por profissionais especializados. Um exemplo desse uso é a verificação do design arquitetônico para comprovar se realmente era possível a utilização desse design, tanto nas cidades mais quentes quanto nas cidades mais frias do Brasil.

A Avaliação LEED é um processo em que o projeto é avaliado com base na certificação LEED ou outros critérios sustentáveis. Esse uso não foi utilizado visto que o cliente não determinou que tivesse a certificação LEED, porém a sustentabilidade foi um fator considerado no projeto.

A Validação de Códigos é o método onde softwares são utilizados para verificar se o projeto está sendo realizado de acordo com o esperado ou de acordo com a norma. Para a utilização desse uso foi necessário se planejar desde a contratação dos softwares, utilizando softwares que estivessem configurados para as normas brasileiras e também foi criado um programa interno a fim de comprovar se as nomenclaturas estavam sendo aplicadas de acordo com o manual de nomenclaturas.

A Coordenação Espacial 3D foi realizada pela equipe BIM utilizando o software Naviswork, para executar a checagem de interferência entre as disciplinas, gerando relatório de compatibilização que posteriormente era repassado para as demais equipes.

O primeiro projeto escolhido para a implementação do BIM foi o projeto da cadeia, um projeto complexo e grande, devido ao prazo apertado foi decidido realizar o projeto da cadeia simultaneamente com outro projeto similar. O objetivo esperado para o projeto da cadeia era realizar um projeto que atenda aos requisitos de segurança e todas as necessidades do cliente, além de ser utilizada a metodologia BIM, onde o máximo de usos do BIM fossem utilizados.

Recomenda-se que o primeiro projeto da implementação BIM seja um projeto piloto e que tenha objetivos bem definidos, porém com o prazo curto do projeto não foi possível estabelecer um projeto piloto, então o primeiro projeto já foi o projeto de cadeia e ocorreu de forma simultânea a um outro projeto similar.

A contratação de profissionais ficou a par de cada equipe, desde que tenha a permissão da coordenação para contratar mais pessoal. Dois métodos foram os mais utilizados o de processo seletivo, quando possuir uma carência grande de profissionais, utilizado mais no início do projeto, e o método de convite, convidando profissionais qualificados para o projeto.

A comunicação é realizada da seguinte forma: os coordenadores das disciplinas possuem reuniões periódicas para se comunicarem, portanto, a comunicação entre diferentes equipes é feita principalmente por seus coordenadores. Se necessário o coordenador chefe designa alguém de sua equipe para entrar em contato com uma pessoa de outra equipe, a título de exemplo: pesquisador da equipe de elétrica está com dúvida sobre a parte de orçamento de um bloco específico, ele comunica com seu coordenador que entra em contato com o coordenador da equipe de orçamento, que designa alguém para resolver o problema, e assim abre uma linha direta entre o pesquisador com problema e a pessoa designada para resolver o problema.

Figura 20 - Comunicação entre equipes.



Fonte: Próprio.

Para alinhar as entregas de cada equipe, saber as próximas demandas e necessidades dos projetos elaborou-se a “Planilha dos Checkers”, onde cada equipe possui uma aba para colocar as informações do que está sendo feito, as pendências e os arquivos emitidos. Também possui uma aba central onde todas as equipes colocam as tomadas de decisões a serem decididas com os seguintes parâmetros: código da tomada de decisão, o projeto relacionado, assunto a ser tratado, disciplina que solicitou a tomada de decisão, data da solicitação, prioridade para a resposta (alta,média,baixa), a disciplina que tem que tomar a decisão, o prazo para a resposta, a resposta, onde se encontra a resposta, data da resposta e status da tomada de decisão. Também são realizadas reuniões denominadas Reuniões dos Checkers para alinhar as tomadas de decisões e tratar dos principais temas da planilha Checkers de acordo com a prioridade, status e envio da solicitação.

Figura 21 - Parâmetros e abas da Planilha Checkers.

CÓDIGO	PROJETO	NATUREZA	SOLICITAÇÃO/ TOMADA DE DECISÃO	DISCIPLINA	DATA SOLICITAÇÃO	DISCIPLINA A RESPONDER	PRIORIDADE (ALTA, MÉDIA, BAIXA)	PRAZO	RESPOSTA	ONDE SE ENCONTRA (NOME DO DOCUMENTO E CAMINHO NA NUVEM)	DATA	STATUS
DEMANDAS E DECISÕES	ARQUITETURA	BIM	HIDRÁULICA	ESPECIFICAÇÃO	CONFORTO AMBIENTAL	PLANEJAMENTO	CUSTOS	COORDENAÇÃO	ELÉTRICA	ESTRUTURA	+	

Fonte: PISAC, 2021.

Esse esquema de comunicação foi estabelecido para não ter muitas pessoas em uma mesma reunião e assuntos dispersos sejam tratados, tornando a comunicação mais efetiva.

Já a comunicação interna das equipes ficou a par de cada equipe, para deliberar sobre a frequência das reuniões e o método de comunicação.

No começo do projeto todas as reuniões eram realizadas de forma presencial, com a pandemia e suas restrições as reuniões passaram a ser feitas remotamente, utilizando o software Teams, escolhido por ser considerado um software seguro e pelo fato dos docentes e alunos da UnB já possuírem sua assinatura.

Para a transferência de arquivo foi elaborado um manual de nomenclaturas e criada uma nuvem para o projeto, onde os membros das equipes possuem diferentes níveis de acesso. Se necessário o acesso a determinado conteúdo é solicitado para o membro responsável da equipe BIM de negar ou permitir o acesso.

Os softwares escolhidos para o projeto foram Revit para a arquitetura, Navisworks para compatibilização de projetos, QiBuilder para elétrica e hidrossanitário, SAP 2000 para a estrutura de metálica e Cypecad para estrutura de concreto armado.

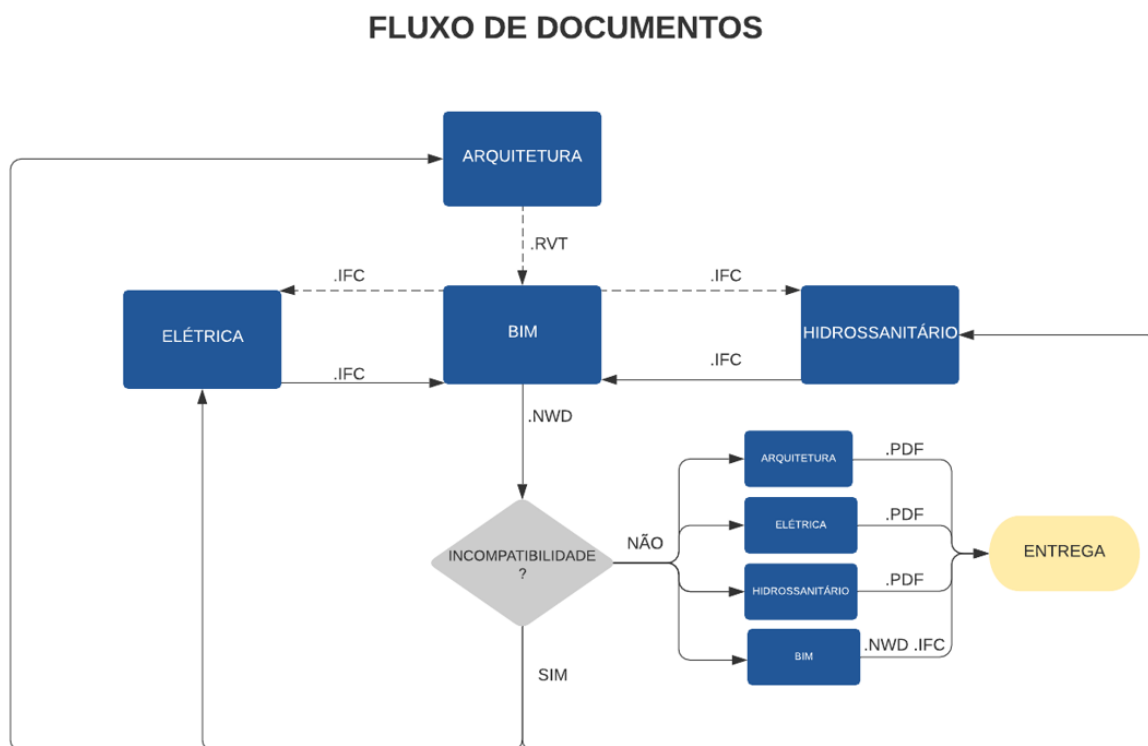
Tanto os softwares, hardwares e bolsas de pesquisa foram obtidos a partir de um Termo



de Execução Descentralizada (TED) entre o DEPEN e o PISAC.

A troca de documentos do projeto é feita da seguinte forma: a arquitetura cria um arquivo no formato .rvt e disponibiliza para equipe BIM, onde é realizado um processo para deixar o arquivo mais leve, a partir desse arquivo é gerado um novo arquivo no formato .ifc, o qual é passado para as equipes de hidrossanitário e elétrica, posteriormente é feito o projeto dessas disciplinas e gerado seu .ifc, em seguida é passado para a equipe BIM, onde é feita a compatibilização do projeto no software Navisworks, e, também, gera um relatório no formato .pdf, o qual é disponibilizado para as demais equipes, se for necessário, alguma alteração no projeto, o processo é repetido até o projeto ser considerado satisfatório, sendo considerado satisfatório as equipes emitem os detalhes do projeto no formato .pdf.

Figura 22 - Fluxograma de documentos.



Fonte: Próprio.

Devido as especificações do projeto e a interoperabilidade entre softwares a equipe de estrutura necessitou realizar outro método para elaborar seus projetos. O método utilizado pela equipe de estrutura consiste em utilizar o arquivo disponibilizado pela equipe de arquitetura e exportar em formato .dwg, o qual é inserido no software estrutural e a partir dele é realizado a modelagem da geometria, onde é executado o projeto e a análise estrutural, posteriormente eram extraídas as informações desejadas e modelo para compatibilização.

Em ambos os métodos todas as informações referentes ao quantitativo e a análise de desempenho foram realizadas pelos softwares, conforme a metodologia BIM.

Pelo fato do projeto ser um projeto complexo e com uma alta rotatividade foi necessário criar manuais e capacitações dentro das equipes, a medida que um novo profissional entrava na equipe a própria equipe fornecia uma capacitação e era passado os manuais necessários para compreender os procedimentos adotados no projeto

Os processos de ajuste e controle da qualidade dos modelos foi realizado através de uma auditoria externa, no qual foi contratada uma equipe especializada para analisar os processos e definir melhorias.

## **5.1 Análise do resultado**

A partir da metodologia da CBIC para análise da implementação do BIM é possível notar diferenças entre as recomendações da CBIC e a execução real do projeto, um exemplo é o projeto piloto para a implementação do BIM, nesse caso a CBIC orienta que o projeto piloto seja um projeto fictício ou real de complexidade mediana e com um prazo estendido, já o projeto analisado foi um projeto real com complexidade elevada e com um prazo curto, além disso foi executado simultaneamente com outro projeto de mesma complexidade.

Na análise dos usos do BIM conclui-se que alguns usos do BIM não foram utilizados no projeto ou foram parcialmente utilizando sendo eles: a modelagem das condições existentes; o planejamento 4D; análise local; planejamento de utilização; projeto do sistema construído; fabricação digital; planejamento de controle 3D; modelagem de registros; planejamento de manutenção; análise do sistema de construção; gestão de ativos; gerenciamento de espaços/rastreamento e planejamento contra desastres.

A modelagem da condição existente não foi realizada porque o projeto tratava de um modelo único para todo o Brasil, consequentemente não possuía um local definido para que seja executada essa modelagem.

A análise local foi realizada parcialmente sendo feita uma análise dos climas dos locais, mas não foi realizada uma análise utilizando pontos de nuvens e software GIS (sistema de informação geográfica), como recomenda a CBIC.

O planejamento 4D não foi realizado pelo fato do projeto não contemplar a fase de execução da obra, portanto não foi possível executar o planejamento 4D sem o cronograma de obra.

Os demais usos mencionados anteriormente não foram executados pelo fato do projeto

não contemplar a fase de construção e operação da obra, visto que o projeto contempla somente a fase de planejamento e projeto.

## **5.2 Dificuldades encontradas na pesquisa**

Por se tratar de um projeto de cadeia pública não foi possível relatar nenhuma parte específica do projeto, por motivo de sigilo.

A implementação BIM engloba todas as fases do projeto e todas as equipes, consequentemente foi necessário ter conhecimento do projeto em suas minúcias.

Como o projeto estava sendo desenvolvido ao longo da pesquisa havia alterações importantes a serem feitas, como mudanças no meio de comunicação, devido a pandemia entre outras.

Os softwares escolhidos pelas equipes de instalações e estrutura não possuem a certificação IFC 2x, o que acarretou a impossibilidade de realizar uma análise mais aprofundada de interoperabilidade entre os softwares, já que essa certificação aponta todos os elementos que são extraídos do software para o formato de arquivo IFC.

## 6 CONCLUSÃO

O foco deste trabalho foi justamente buscar metodologias de implementação BIM na literatura e realizar uma análise da implementação BIM em um dos poucos projetos no âmbito federal utilizando essa metodologia. Conclui-se que, nesse aspecto, o trabalho foi um sucesso.

Constata-se que o governo federal está incentivando a utilização do BIM em projetos federais, visto que uma das premissas do projeto analisado é ser executado utilizando a metodologia BIM e com incentivo do governo não faltaram recursos para a sua execução.

Nota-se que ainda há uma dificuldade no Brasil para a implementação BIM, devido a falta de softwares nacionais certificados pela BuildingSMART e por se tratar de uma nova metodologia de projeto, a qual necessita de um planejamento maior e uma maior colaboração entre os profissionais de diversas áreas.

Conclui-se que a metodologia de implementação do BIM trazida pela CBIC foi suficiente para analisar a implementação BIM em um projeto já desenvolvido, sendo possível analisar não só os usos do BIM, mas todo o projeto desde a comunicação entre os profissionais até a concepção geral do projeto. Com essa análise foi possível identificar diferenças da implementação BIM trazida pela literatura e no projeto analisado.

Reforça-se que apesar da implementação BIM ser uma transformação organizacional onerosa, custosa e trabalhosa, seus benefícios são diversos, como aumento da produtividade, diminuição do custo total do empreendimento, menor desperdício entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: 2016.

COMITÊ ESTRATÉGICO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELLING (CE-BIM). **Estratégia Nacional de Disseminação do BIM** (Estratégia BIM BR). Brasília: 2018.

BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Portal gov.br, Presidência da República, Governo do Brasil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm)>. Acesso em: 27/08/2019.

BRASIL. **Decreto nº10.306, de 02 de abril de 2020**. Portal gov.br, Presidência da República, Governo do Brasil. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>>. Acesso em: 23/07/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

GEOSPATION WORLD. **BIM adoption around the world: How good are we**, Disponível em: <<https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/>>. Acesso em: 16 jan.2020.

LODPLANNER. **The Ultimate BIM Software List for 2019**. Disponível em: <<https://www.lodplanner.com/bim-software/>>. Acesso em: 16 jan.2020.

KALE, S; ARDITI, D. **Diffusion of Computer Aided Design Technology in Architectural Design Practice**. *Jornal of Construction Engineering and Management* (ASCE), v. 131, p. 1135-1141, 2005.

EASTMAN, C. et al. **MANUAL de BIM**. 1 ed. São Paulo: Editora Bookman, 2014.

ISSA, R. **Collaboration and coordination learning modules for bim education**. 2015. Disponível em: <[https://www.itcon.org/papers/2016\\_10.content.03249.pdf](https://www.itcon.org/papers/2016_10.content.03249.pdf)>. Acesso em: 16 fev de 2020.>.

KOUTSOGIANNIS, A. **BIM softwares guide: 3D is nice but data is what you need**. 2019. Disponível em: <<https://www.letsbuild.com/blog/bim-software-guide>>. Acesso em: 5 fev.2020.

BRACHT, M. **Escolhendo o software de BIM**. 2019. Disponível em: <<https://bimnapratica.com/blog/escolhendo-o-software-de-bim>>. Acesso em: 8 fev.2020.

**Level of Development Specification**. 2019. Disponível em: <<http://bimforum.org/lod/>>. Acesso em: 16 jan.2020.

GHENO, R. **As dificuldades de implementar BIM no Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.bimexperts.com.br/post/as-dificuldades-de-implementar-bim-no-brasil>>. Acesso em: 10 fev.2020.

**Breve histórico do BIM**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/saepr/saepr-2/conheca-o->>

projeto/breve-historico-do-bim/>. Acesso em: 16 jan.2020

BRACHt, M. **BIM Brasil: O que é o decreto de implementação nacional de BIM**. 2018. Disponível em: <https://bimnapratica.com/blog/o-que-e-o-bim-brasil>. Acesso em: 16 jan.2020. Livro Estratégia BIM BR. 2018. Disponível em:

SINAECO. **Governo estabelece metas e prazos para a implementação do BIM**. 2018. Disponível em: <http://sinaenco.com.br/noticias/governo-estabelece-metas-e-prazos-para-implementacao-do-bim/>. Acesso em: 18 jan.2020.

BAZJANAC, V; CRAWLEY. **The implementation of industry foundation classes in similar tools for the building industry**. Disponível em: [http://www.inive.org/members\\_area/medias/pdf/Inive/IBPSA/UFSC585.pdf](http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive/IBPSA/UFSC585.pdf) . Acesso em: 18 jan.2020.

BuildingSMART. **IFC4 vs. IFC2X3**. 2020. Disponível em: <https://www.b-cert.org/Documentation/e6d094e3-7245-45e5-3154-08d500137b53>>. Acesso em: 6 fev.2020.

LAAKSO, M; KIVINIEMI, A. **The IFC standard: A review of History, development, and standardization, Information Technology**. University of Salford. Disponível em: [http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/28373/1/History\\_of\\_IFC\\_standard.pdf](http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/28373/1/History_of_IFC_standard.pdf). Acesso em: 20 jan.2020.

KIVINIEMI, A. **IAI AND IFC – STATE-OF-THE-ART**. 1999. Disponível em: <http://itc.scix.net/pdfs/w78-1999-2157.content.pdf>>. Acesso em: 20 jan.2020.

BUILDINGSMART. **Certification Report**. 2020. Disponível em: <https://ifc2x3.b-cert.org/ords/ifc/certification/getCertificationReport/903>>. Acesso em: 20 jan.2020.

ACCA SOFTWARE. **BIM: a importância do arquivo IFC**. 2019. Disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-a-importancia-do-arquivo-ifc/>>. Acesso em: 22 jan.2020.

GEOSYSTEMS. **Four Things You Should Know When Buying BIM Hardware**. Disponível em: <https://bimlearningcenter.com/four-things-you-should-know-when-buying-bim-hardware/>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

PISAC. **Sobre nós**. 2020. Disponível em: <https://pisac.unb.br/index.php/sobre-nos/>>. Acesso em 24.fev.2020.

PISAC. **O PISAC**. 2021. Disponível em: <https://pisac.unb.br/o-pisac/>>. Acesso em 04 ago 2021.

DEPEN. **Depen entrega aos estados os projetos modelos de engenharia e arquitetura prisional**. Disponível em: <https://www.gov.br/depen/pt-br/assuntos/noticias/depen-entrega-aos-estados-os-projetos-modelos-de-engenharia-e-arquitetura-prisional>>. Acesso em 15 ago 2021.