



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS - UNICHRISTUS CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL**

**IAGO MAGNO DA COSTA RABELO**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ANÁLISE DE REDUÇÃO DE  
CUSTOS EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

**FORTALEZA**

**2021**

IAGO MAGNO DA COSTA RABELO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ANÁLISE DE REDUÇÃO DE  
CUSTOS EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MST José Willington Gondim Oliveira

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus  
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do  
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R114a Rabelo, Iago Magno da Costa Rabelo.  
Aplicação da metodologia BIM para análise de redução de custos em projetos de edificações públicas : Estudo de caso / Iago Magno da Costa Rabelo Rabelo. - 2021.  
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Me. José Wellington Gondin Oliveira.  
Coorientação: Profa. Ma. Lella Maria Coelho de Carvalho.

1. Compatibilização de projetos. 2. Obras públicas. 3. Integração Instalações sanitárias. 4. BIM. I. Título.

CDD 624



IAGO MAGNO DA COSTA RABELO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ANÁLISE DE DIMINUIÇÃO DE  
CUSTOS EM LICITAÇÕES DE OBRAS PÚBLICAS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. José Willington Gondim Oliveira

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. José Willington Gondim Oliveira  
Membro – Centro Universitário Christus

---

Prof. Nelson de Oliveira Quesado Filho  
Membro - Centro Universitário Christus

---

Prof. Luiz Carlos Antônio Lopez  
Membro – Centro Universitário Christus

Dedico primeiramente a Deus e aos meus pais, Núbia e Francisco, pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica.

"O único homem que está isento de erros, é aquele que não arrisca acertar". Albert Einstein

## RESUMO

Na construção civil atualmente, os projetos elaborados para uma edificação são desenvolvidos de forma muito fragmentada baseado em modelos 2D independentes, onde envolve diferentes disciplinas, métodos e profissionais. Isto gera situações suscetíveis a insegurança, falha de comunicação, carência de dados e a falta de sintonia entre os processos e projetos envolvidos gerando as incompatibilidades. Para fundamentar esta avaliação foi feito um estudo comparativo com análise de dados entre a tecnologia CAD e a metodologia BIM visando o melhor custo benefício. Para isso, foi selecionado um projeto de uma edificação da rede pública federal para fornecer os projetos, possibilitando as análises. Com os projetos em mãos, foram modeladas e executadas as compatibilizações a serem feitas para produção de uma proposta de um novo layout, sendo essas realizadas no software REVIT. Frente a isso, este trabalho tem por objetivo, simular a transformação de projetos de construção da tecnologia CAD para metodologia BIM em busca de mitigar as incompatibilidades dos elementos geométricos de duas disciplinas envolvidas que são projeto de arquitetura em relação as instalações sanitárias utilizando o aspecto 3D da metodologia conseguiu-se verificar que um impacto considerado baixo, mas com uma quantidade alta de ocorrência, terá maiores efeitos sobre a integralidade do projeto, ou seja, o volume de pequenas falhas, pode ocasionar diferenças consideráveis no orçamento da obra.

**Palavras-chave:** BIM; compatibilização de projetos; obras públicas; integração; instalações sanitárias.



## ***ABSTRACT***

In civil construction today, the projects developed for a building are developed in a very fragmented way based on independent 2D models, where it involves different disciplines, methods and professionals. This generates situations susceptible to insecurity, communication failure, lack of data and the lack of harmony between the processes and projects involved, generating incompatibilities. To support this assessment, a comparative study was carried out with data analysis between CAD technology and the BIM methodology, aiming at the best cost benefit. For this, a project for a building of the federal public network was selected to provide the projects, enabling the analyzes. With the projects in hand, the compatibilities to be made to produce a proposal for a new layout were modeled and executed, these being carried out in the REVIT software. In view of this, this work aims to simulate the development of construction projects of CAD technology for BIM methodology in order to mitigate the incompatibilities of the geometric elements of two disciplines involved, which are architectural design in relation to sanitary facilities using the 3D aspect. From the methodology it was possible to verify that an impact considered low, but with a high amount of occurrence, will have greater effects on the project's completeness, that is, the volume of small failures, can cause considerable differences in the construction budget.

**Keywords:** BIM; project compatibility; public works; integration; sanitary facilities.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Os fundamentos do BIM .....	17
Figura 2 - Esquema de todo ciclo de vida de uma edificação .....	18
Figura 3 - As dimensões da metodologia BIM .....	19
Figura 4 - Visão Geral de Gestão Pública de Projetos de AEC para Edificação .....	21
Figura 5 - As dimensões da metodologia BIM .....	22
Figura 6 - Análise do comando clash detective.....	26
Figura 7 - porcentagem de empreiteiros que citam as três principais atividades para as quais sua organização aproveita o BIM durante a fase de projeto / pré-construção .....	28
Figura 8 - Empreiteiros que relatam um retorno positivo do investimento (ROI), após a implementação de BIM por país .....	33
FIGURA 9 - Tabela oficial federal SINAPI .....	37
FIGURA 10 - planta baixa de arquitetura.....	41
FIGURA 11 - planta de instalações hidráulicas.....	42
FIGURA 12 - planta de instalações sanitárias.....	42
FIGURA 13 - modelo da edificação em estudo.....	43
FIGURA 14 - projeto original.....	44
FIGURA 15 - planta isométrica original.....	45
FIGURA 16 - projeto compatibilizado .....	46
FIGURA 17 - planta isométrica compatibilizada.....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFC	Industry Foundation Classes
INBEC	Instituto Brasileiro de Educação Continuada
MPDFT	Ministério Público do Distrito Federal e Territórios
NIBS	National Institute of Building Sciences
PIB	Produto Interno Bruto
ROI	Retorno Sobre Investimento
TCU	Tribunal de Contas da União
TI	Tecnologia da Informação

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - variação percentual dos quantitativos dos tubos de pvc de esgoto do projeto original e compatibilizado.....	47
Tabela 2 - Economia devido a execução das compatibilizações nos tubos de pvc de esgoto.....	47
Tabela 3 - Variação percentual dos quantitativos de acessórios e conexões de pvc de esgoto do projeto original e compatibilizado .....	48
Tabela 4 - Economia devido a execução das compatibilizações nos acessórios e conexões de pvc de esgoto.....	49

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
1.1 OBJETIVOS .....	13
1.1.2 Gerais.....	13
1.1.3 específicos .....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Building information modeling - BIM.....	14
2.2 Bim no ciclo de vida do empreendimento.....	16
2.3 Dimensões do modelo BIM .....	17
2.4 Nível de desenvolvimento do modelo – LOD .....	19
2.5 Compartilhamento e troca de modelos – interoperabilidade .....	20
2.6 Bim e a compatibilização de projetos .....	22
2.6.1 Condições para o desenvolvimento de compatibilização de projetos de edificações em BIM .....	22
2.6.2 Compatibilizações de projetos.....	23
2.7 Fases do bim.....	25
2.7.1 Concepção .....	26
2.7.2 Projeto.....	26
2.7.3 Construção .....	26
2.7.4 Operação.....	27
2.8 Bim no brasil.....	28
2.8.1 Implementação .....	28
2.8.2 Obstáculos .....	29
2.9 A Utilização da metodologia BIM em obras públicas.....	31
2.10 Licitações de obras públicas .....	31
2.11 Orçamento e composição do custo .....	31
2.11.1 Curva abc.....	36

2.11.2 BDI .....	37
3 Metodologia da pesquisa.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Estudo de caso.....	39
4.2 Tecnologias envolvidas .....	42
4.3 Características gerais.....	42
4.4 Concepção arquitetônica.....	42
4.5 Compatibilizações visando o melhor custo benefício .....	43
4.6 Análise das alterações .....	45
5. Conclusão .....	49
REFERÊNCIAS.....	51

## 1 INTRODUÇÃO

A crise vivida na construção civil tem fundamentos desde meados de 2014 e foi um dos setores que mais sentiram os efeitos negativos da economia no país, no qual afetou diretamente milhares de empresas e profissionais ligados a esse segmento (KOERICH, 2017). Esse setor tem um volume de negócios anual relevante, o que representa uma parte importante do PIB no país, e preocupa em grande parte o setor público devido aos resultados insatisfatórios. De acordo com o IBGE em 2015 a economia brasileira, apresentou redução de 3,8% em seu PIB, a maior registrada dos últimos 25 anos. O setor da construção registrou queda de 20,1% em seu PIB entre 2014 e 2017 (CBIC, 2018). Conforme a câmara Brasileira da construção apenas em 2016, o setor da construção deixou de movimentar R\$ 55,3 bilhões, fechou quatro mil empresas e eliminou 428.603 postos de trabalho em todo o País (CBIC, 2018). Com a diminuição de investimentos do governo no setor da construção, os construtores buscam estratégias para diminuir custos nas obras, com isso é preciso pensar em formas para conter os efeitos da crise nas empresas da construção civil.

Anualmente no Brasil são investidos bilhões de reais em obras públicas, sendo frequente a ocorrência de problemas nessas obras, gerando desperdício de recursos públicos sendo pela ineficiência na sua execução ou contratação (MATOS, 2016, p 2). Segundo o tribunal de Contas da União (TCU), em 2014, realizou 102 auditorias de obras públicas com dotações orçamentárias de R\$ 12,38 bilhões, das quais em 56,9% foram encontradas irregularidades graves, 38,2% outras impropriedades e apenas 4,9% não tiveram ressalvas (MIRANDA; MATOS, 2015, p 24). Um relatório mais recente do tribunal de contas da união de 2019 sobre obras paralisadas no país resultou em 14 mil, envolvendo contratos no valor de R\$ 144 bilhões (SENADO, 2020). Levando em conta o custo de depreciação das obras por estarem inacabadas e sem manutenção, em alguns casos não sendo possível a retomada sem intervenções para recuperar os estragos decorrentes do abandono. O tribunal de contas da união relatou os principais motivos dessa problemática que são projetos básicos e executivos deficientes, dificuldades de gestão dos recursos recebidos, sobrepreço, superfaturamento, descumprimento de cronograma.

Tendo conhecimento desse cenário, necessita-se fazer uma mudança estrutural na forma de contratação das empresas de obras públicas, desde a

elaboração e compatibilização de projetos, assim como, durante a fiscalização de obras para assegurar uma melhoria na aplicação dos recursos públicos.

Nesse aspecto, a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), que alinhada aos *softwares* que compõe seu sistema consegue trocar informações de todas as partes envolvidas no processo, reduzindo as ineficiências, sendo de extremo benefício para melhorar a maneira como os profissionais lidam com projetos e também no relacionamento com o contratante. BIM pode ser usado em todo o ciclo de vida da edificação, desde a concepção até a demolição e reuso. Isso é evidenciado pelo surgimento acelerado de diversos guias e manuais dedicados a definir os requisitos e os produtos finais do BIM, elaborados por diversos órgãos públicos ao redor do mundo (SUCCAR, 2009 apud MATOS, 2016, p. 1)

Países como Reino Unido, Alemanha, Holanda, Dinamarca, Finlândia, Noruega e Estados Unidos da América já exigem BIM em projetos custeados pelo governo (BIMEXPERTS, 2019). Isso indica que a tecnologia se mostra uma facilitadora para o gerenciamento público dos projetos, colaborando com os governos nas atividades de fiscalização de obras públicas, resultando na diminuição de custos desnecessários, os quais incrementam em cerca de 20 a 25% no valor dos bens (THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2013 apud MATOS; MIRANDA, 2015, p. 23).

No Brasil será exigido pelo governo federal a partir de 2021 Com a entrada em vigor do decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, BIM tornou-se parte de uma estratégia nacional que visa incentivar o uso dessa tecnologia em âmbito nacional (FARIAS, 2019).

O Governo Federal, por meio do decreto nº 9.983, publicado em 18 de agosto de 2019, “oficializou a Estratégia Nacional para a Disseminação do Building Information Modeling (BIM), ou Estratégia BIM-BR, cuja finalidade é promover um ambiente adequado ao investimento na metodologia e sua difusão no Brasil. Foram estabelecidas metas e prazos para implementação do BIM e a partir de 2021 deverá ser exigido na elaboração de modelos para a arquitetura e algumas disciplinas da engenharia. A expectativa é que, em 10 anos, a metodologia esteja disseminada nas obras públicas. A proposta da Estratégia BIM-BR é que a exigência do BIM nas compras do Poder Público seja feita de forma escalonada, para conferir tempo de adaptação ao mercado e ao setor público. Dentre os primeiros projetos pilotos, foi definido o Programa PROARTE do DNIT que assumiu o compromisso de realizar todas as adequações e capacitações necessárias para viabilizar a contratação de projetos e especificações para o programa piloto (PROARTE), em BIM, até o início do ano de 2021 (“IMPLANTAÇÃO BIM NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS ( MPDFT ) Secretaria de Projetos e Obras ( SPO )”, 2019, p 10)



Diante desse cenário de crise e desse decreto nº 9.983, as empresas estão buscando se adaptar, para superar a crise do mercado com a implementação do BIM e para diminuir os custos com as incompatibilidades de obras públicas.

## **1.1 OBJETIVOS**

### 1.1.2 Gerais

Análise da metodologia BIM e suas ferramentas visando a redução dos custos das edificações públicas.

### 1.1.3 Específicos

- Apresentar a metodologia BIM e suas funcionalidades.
- Estudar um projeto de uma edificação pública com as ferramentas do REVIT e AUTO-CAD visando comparar aplicabilidade eficiência.
- Analisar através da metodologia BIM o melhor layout dos aparelhos sanitários com suas instalações em relação ao projeto de arquitetura.
- Avaliar quantitativamente as instalações sanitárias.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Building information modeling - BIM

*Chuck Eastman* um especialista nas áreas de modelagem de informações da construção conceitua Building Information Modeling - BIM como:

um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção. O BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos (EASTMAN et al., 2014, p.1).

Essa definição tem alguns aspectos com a definição da *National Institute of Building Sciences* (2007), que define BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Como tal, serve como um recurso de conhecimento compartilhado que forma uma base confiável para decisões durante seu ciclo de vida (CATELANI, 2016, p. 23).

Segundo o caderno de apresentações de projetos em BIM do governo de Santa Catarina também explana que BIM são ferramentas e conceitos de modelagem que estão atrelados a modelagem da informação da construção, é mais de que um modelo 3D parametrizado, é uma forma de coordenar informações através de bancos de dados (SC-CADERNO BIM, 2014, p. 5).

Conforme Mattos (2014), a definição de BIM caracteriza-se em reunir através de uma plataforma de softwares, todas as informações de projeto da obra, e de toda a vida útil da construção. Os profissionais exercem seu trabalho sobre uma mesma base, possibilitando prever e reparar interferências entre projetos.

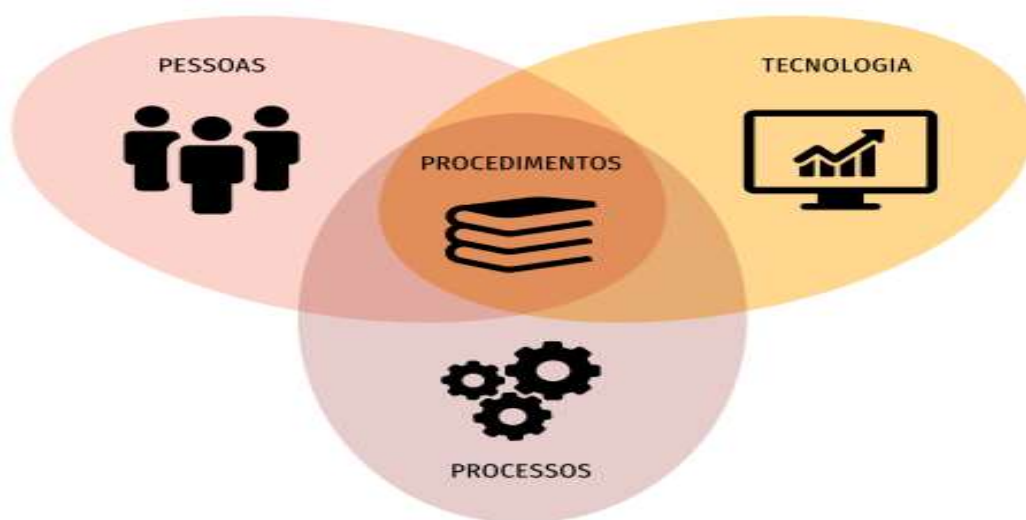
Conforme Wilton Silva Catelani um dos desenvolvedores da coletânea de Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras conceitua *Building Information Modeling* da seguinte forma:

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 ensaia seu desempenho de 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 à 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 (CATELANI, 2016, p. 22)

Como exposto as definições, as características entre elas são tecnologias de modelo virtual que consiste em desenhos tridimensionais visualizando o trabalho por inteiro e informações entre as partes envolvidas os *stakeholders*. Assim se pode afirmar que a implantação da tecnologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, concatenadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas, conforme a Figura 1 (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI, 2017, p. 10).

FIGURA 1 - OS FUNDAMENTOS DO BIM



Fonte: (ABDI, 2017, P. 11).

## 2.2 Bim no ciclo de vida do empreendimento

A adoção do BIM permite entregar um projeto totalmente compatibilizado, com menor custo, ou seja, porque a construtora vai conseguir cumprir os prazos, reduzir as perdas de material, programar efetivamente cada tarefa. (AUTODESK, 2017)

A metodologia BIM é a simulação tridimensional antecipada, ou seja, antes da construção, é uma construção virtual onde consegue resolver todos problemas antes da execução. Dessa forma apresenta informações mais confiáveis e por esses motivos consegue viabilizar maiores condições de economia de tempo e de dinheiro. A Figura 2 aponta as etapas do ciclo de vida do empreendimento que podem ser beneficiadas.

FIGURA 2 - ESQUEMA DE TODO CICLO DE VIDA DE UMA EDIFICAÇÃO



disponível em: <http://airsystem.com.br/tecnologia-bim/> acesso em 07/03/2020.

Esse conceito é embasado, essencialmente, em uma metodologia de troca e compartilhamento de informações durante todas as fases do ciclo de vida de uma edificação (projeto, construção, manutenção, demolição e reciclagem), (SC-CADERNO BIM, 2014, p. 8). Dessa forma permite explorar alternativas desde da fase conceitual até a demolição do empreendimento mantendo atualizado durante todo o processo.

Em Relação aos fatos mencionados, percebe-se que existem diversas ferramentas com tecnologia BIM disponíveis, sendo que eles foram feitos para atender as necessidades específicas dentro de todo o ciclo de vida de um empreendimento.

### **2.3 Dimensões do modelo BIM**

Muitos dos benefícios do uso do BIM nos projetos de construção dependem do detalhamento das informações dos elementos do projeto, que evoluem a longo do seu desenvolvimento desde o estudo de viabilidade até o projeto executivo (MATOS, 2016, P. 10). Sendo assim, não é só uma tecnologia que gera modelos em 3D, mas uma tecnologia que trabalha em várias dimensões de acordo com a proposta do empreendimento (INBEC, 2019)

Segundo (GARIBALDI, 2019) o grau de maturidade BIM faz-se referência à capacidade de toda cadeia de suprimentos de trocar informações digitalmente. Os níveis de maturidade vão do nível 0, até os níveis 1, 2, 3 e além, faz referência ao grau de colaboração existente em um projeto.

Conforme (BIBLUS, 2018) entre essas diversas qualidades do modelo BIM está a disponibilidade e a ligação de informações que se tornam parte do projeto, divulgados como dimensões do modelo BIM conforme a Figura 3, as dimensões são:

- 3D: representação tridimensional do artefato,
- 4D: análise da duração,
- 5D: análise dos custos,
- 6D: avaliação da sustentabilidade,
- 7D: fase de gestão da construção

FIGURA 3 - AS DIMENSÕES DA METODOLOGIA BIM



disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/> acesso em 07/03/2020

BIM 3D Modelo: refere-se à construção virtual da obra em ferramentas computacionais de modelagem tridimensional, em que é possível a geração de pranchas 2D automáticas e a conexão de diversas informações em um modelo centralizado. Ele também facilita na resolução de interferências e conflitos entre as partes envolvidas da obra, sendo também capaz de manter a documentação atualizada, minimizando os problemas durante a execução. (MATOS; MIRANDA, 2015, p. 8).

BIM 4D Planejamento: com a integração das etapas do processo ao modelo vai concebendo as dimensões, se incluir as informações de cronograma ao BIM 3D se tem o BIM 4D, que será o fator tempo caracterizado pela capacidade de retratar o ciclo de vida da construção, estratificando o modelo por fases de execução e permitindo ainda uma visão singular da evolução do edifício. (CARDOSO et al, 2012, p. 5)

BIM 5D Orçamento: Associando os dados de custos ao modelo BIM 4D tem-se o BIM 5D, que possibilita, as partes interessadas no projeto, avaliar qual a melhor alternativa financeira para a sua execução, podendo analisar diversos cenários. (DARÓ, 2019)

BIM 6D Gestão de Facilidades: adicionando a dimensão de operação ao BIM 5D, tem-se o BIM 6D onde o usuário final pode extrair informações sobre o funcionamento do empreendimento como um todo, suas particularidades, quais os procedimentos de manutenção em caso de falhas ou defeitos (COELHO, 2017, p. 72).

BIM 7D Fase de gestão da construção: Os projetos serão revisados e compatibilizados na fase de construção, para lidar com possíveis variações, durante os trabalhos ou para resolver conflitos geométricos ou operacionais que não são considerados durante a fase de concepção da obra (BIBLUS, 2018).

## **2.4 Nível de desenvolvimento do modelo – LOD**

O projeto de arquitetura se desenvolve e amadurece ao longo das fases, com informações que evoluem ao longo do seu desenvolvimento e da viabilidade do projeto executivo (COELHO, 2017)

O LOD endereça várias questões que surgem quando BIM é utilizado como ferramenta de comunicação ou colaboração, ou seja, quando outros usuários que não sejam os próprios autores de um modelo BIM extraem informações dele (CATELANI, 2016, p. 113).

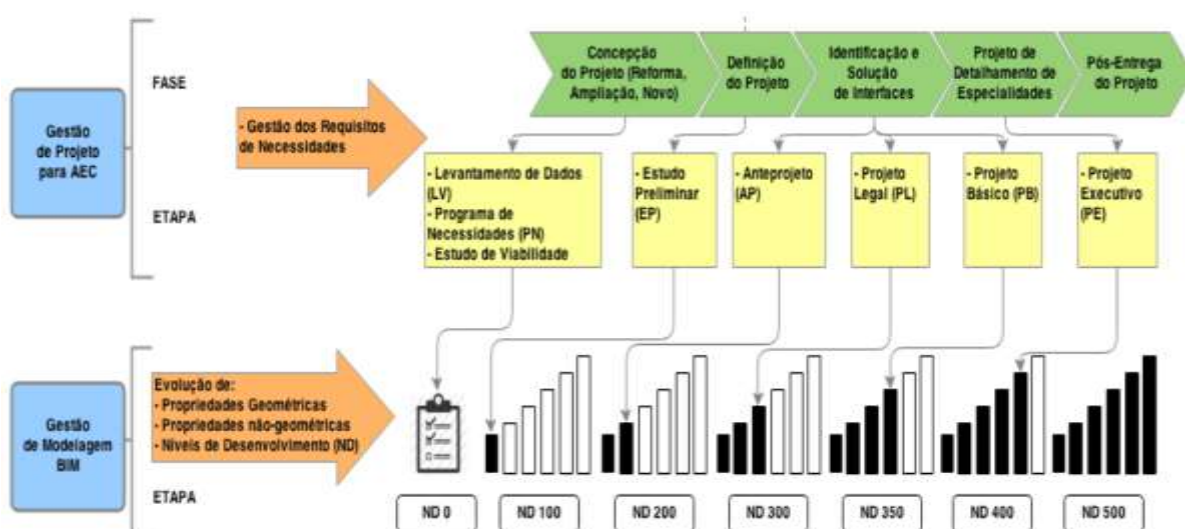
Bolpagni (2016) afirma que, para que um projeto seja efetivamente entregue, é essencial definir, primeiramente, qual informação é necessária, para quem será entregue e em qual nível de detalhe. Essas questões se tornam mais importantes quando se trata do desenvolvimento de projetos com o uso da modelagem.

LOD é uma referência que permite aos profissionais da indústria especificar e articular com alto nível de clareza o conteúdo, e a confiabilidade dos modelos de informações de construção, em vários estágios do processo de projeto e construção (BIMFORUM, 2019). Alguns Tipos de projetos necessitam do nível de detalhamento

das informações dos elementos elevados, desde o projeto básico até o projeto executivo.

Ele se baseia em uma estrutura conceitual, fundamentada na quantidade e na forma da informação necessária à modelagem do projeto virtual, e está em função da gestão das fases de projeto de edificações e seus objetivos, conforme a Figura 4.

FIGURA 4 - VISÃO GERAL DE GESTÃO PÚBLICA DE PROJETOS DE AEC PARA EDIFICAÇÃO



Fonte: (SC-CADERNO BIM, 2014, p. 23).

## 2.5 Compartilhamento e troca de modelos – interoperabilidade

Por definição, subempreiteiros e fabricantes fornecem apenas parte dos sistemas de um edifício. A habilidade de trocar informações entre seus sistemas BIM e projetistas, construtoras e outros fabricantes é essencial. A Interoperabilidade é a capacidade das ferramentas BIM de trocar informações entre si, sendo um requisito bem significativo para a colaboração da equipe. A um tempo não muito distante, a troca de informações eram realizadas entre pessoas envolvidos no desenvolvimento de projetos, simplesmente enviando documentos em papel de um para o outro. Hoje em dia, existem muitos aplicativos de software fornecidos pelos desenvolvedores de



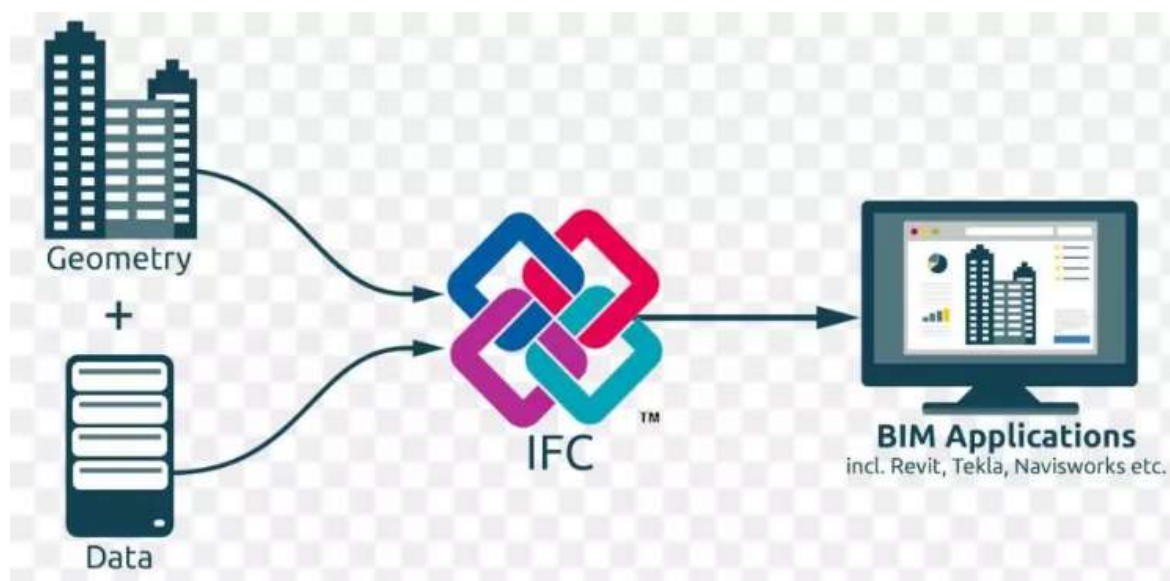
soluções de tecnologia da informação (TI) para oferecer suporte a diferentes tarefas na indústria da construção (EASTMAN et al., 2014, p. 264-265).

Para realizar essa troca de informações entre os aplicativos, existem diferentes formatos, entre eles se destaca o *Industry Foundation Classes* (IFC) é o mais importante, por ser um formato de intercâmbio público e aberto para modelo de construção, tendo sido formalmente adotado por vários governos e organizações em todo o mundo (MATOS, 2016, P. 14).

O IFC permite trocar e compartilhar informações independentemente do aplicativo de *software* que estão usando, por diferentes profissionais da construção. Dessa forma é mais adequado para que se possa examinar tais dados sem necessitar dos *softwares* nativos usados por cada parceiro de projeto (SC-CADERNO BIM, 2014, p. 9).

Independentemente do software utilizado por cada profissional envolvido, será possível gerar um modelo integrado, basta que seja “solicitado o IFC” do modelo para o profissional responsável (CAMPESTRINE et al., 2015, p. 33). Os dados usados durante todo o ciclo de vida de um edifício permanecem armazenados e podem ser usados novamente para vários propósitos não tendo a necessidade de enviá-lo pela segunda vez (BIMCOMMUNITY, 2018). Na Figura 5 mostra um exemplo básico no formato IFC.

FIGURA 5 - AS DIMENSÕES DA METODOLOGIA BIM



disponível em <https://www.bimcommunity.com/news/load/910/ifc-why-now> acesso em 14/03/2020

Os principais usos do IFC hoje em dia são na compatibilização de projetos e planejamento das fases de execução da obra. Além disso, muitos projetistas lançam mão dessa solução quando trabalham em diferentes softwares (EXPERTSBIM, 2019).

## **2.6 Bim e a compatibilização de projetos**

### **2.6.1 Condições para o desenvolvimento de compatibilização de projetos de edificações em BIM**

Segundo o caderno de apresentações de projetos em BIM, do governo de Santa Catarina (SC-CADERNO BIM, 2014, p. 39) é de responsabilidade da contratada e do coordenador do projeto garantir que todos os projetos estejam compatíveis. Quanto à compatibilização devem ser observadas as seguintes orientações:

- A contratada deverá coordenar a conceituação e a caracterização de todos os elementos do projeto do certame, com definições claras e necessárias ao projeto e a todos da equipe técnica nele envolvidos, com o objetivo de garantir um projeto executivo sem problemas de integridade;
- A contratada deverá fazer a compatibilização multidisciplinar a partir dos arquivos de cada disciplina modelada em BIM;
- Caberá a cada área técnica ou especialidade o desenvolvimento de modelagem do projeto de sua competência em BIM. A compatibilização dos projetos em BIM, conforme as etapas de progressão dos projetos, será supervisionada pelo coordenador de projeto, de modo a promover e facilitar as consultas e o fluxo de informações entre os autores dos projetos e solucionar as interferências entre os elementos dos diversos sistemas da edificação;
- A contratada será responsável pelo levantamento dos equipamentos básicos que utilizam instalações elétricas, hidrossanitárias e que afetam na climatização;

- A contratada deverá definir no Plano Executivo BIM – PTB, o cronograma de compatibilização dos projetos da edificação;
- A contratada deverá fazer a compatibilização por Nível de Desenvolvimento (ND) do projeto em BIM, de acordo com o Quadro 1 - Fases, Etapas e Nível de Desenvolvimento (BIM) de projetos de edificação;
- A compatibilização será realizada com base na interferência entre as distintas disciplinas, considerando atributos geométricos e não-geométricos, utilizando-se de regras por meio de softwares como o Solibri, o Navisworks, o Tekla BIM Sight, entre outros;
- Para a compatibilização por geometria, no mínimo e conforme edital, as seguintes disciplinas deverão estar com a informação modelada em BIM:

#### 2.6.2 Compatibilizações de projetos

A compatibilização de projetos é a integração das interfaces do projeto de arquitetura com outras disciplinas envolvidas no sistema como projetos topográfico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, de refrigeração, arquitetônico, entre outros (SANTOS, 2010).

Essa plataforma tem sido o melhor meio de resolver com eficiência os problemas históricos da fragmentação dos projetos das edificações, e com isso eliminar os principais problemas: as interferências físicas, perdas de funcionalidades e recursos decorrentes de incompatibilidades de projetos. Esta abordagem envolve a utilização de meios para gerenciar e manipular dados, tanto geométricos quanto não geométricos, facilitando assim o planejamento, a concepção e a construção através de um processo integrado (SOUSA, 2010, p. 25)

Os projetos são desenvolvidos por agentes distintos e separadamente, devido à necessidade multidisciplinar para elaboração e a falta de comunicação entre os mesmos, acaba elevando à possibilidade de conflitos ou falhas entre o conjunto de projetos (DELESDERRIER, 2015, p. 43)

A compatibilização de projetos é um processo crítico para qualquer construtor é a coordenação de subempreiteiros e sistemas, que atualmente grande parte é executado em CAD 2D, sendo nele os projetos executados paralelamente,

propiciando a erros. As detecções de interferências são executadas manualmente numa mesa de luz sobrepondo os desenhos do projeto de diferentes disciplinas. Esse método manual é lento, caro, suscetíveis a erros e dependem do uso de desenhos atualizados (EASTMAN et al., 2014, p. 214).

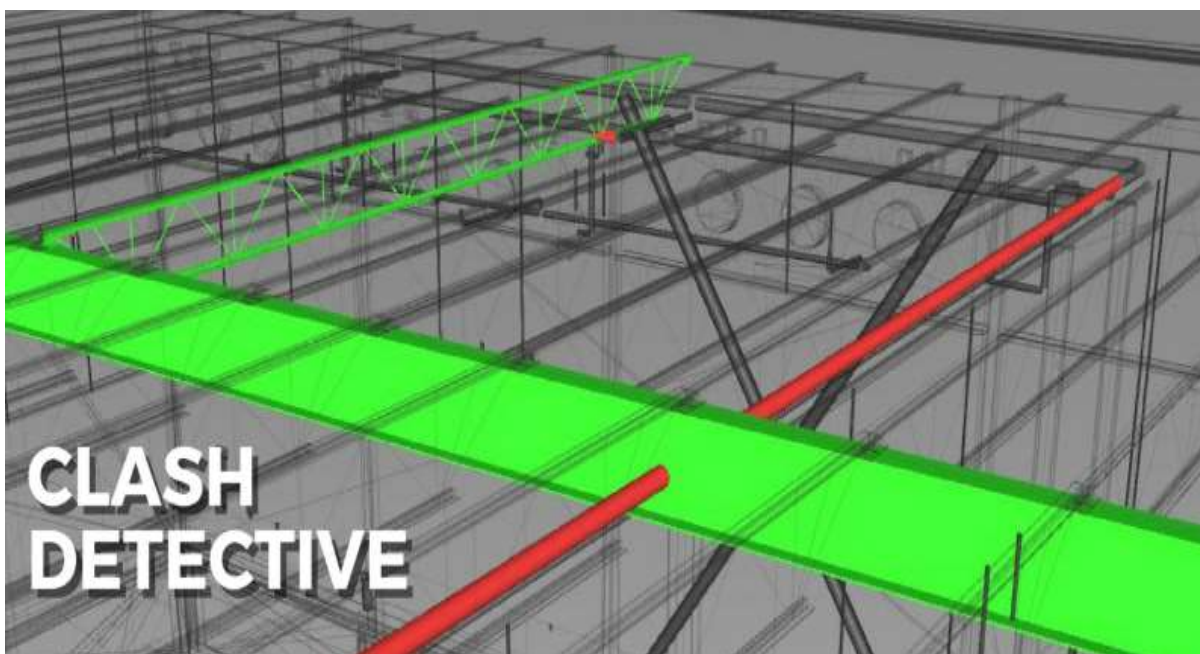
Na tecnologia BIM permite identificar as interferências entre os diferentes sistemas que a compõe e ajustar antes da execução, antecipando a resolução desses problemas e evitando o aumento de custos adicionais provenientes das incompatibilidades, que geralmente são descobertas apenas na obra.

Isso exige alterações de última hora ou até a quebra de estruturas já construídas para adaptação. A compatibilização consiste em sobrepor da melhor forma possível todos os projetos antes do início da construção, evitando o retrabalho (SANTOS, 2010).

O *Navisworks* permite que os usuários abram e combinem modelos 3D, navegue em tempo real e revise o modelo usando um conjunto de ferramentas, incluindo comentários, linhas de linhas de marcação ponto de vista e medidas (AUTODESK, 2016).

A ferramenta *Clash Detective* do *Navisworks* permite pesquisar todo o modelo do projeto e identificar mais rapidamente interferências (conflitos) de todas as disciplinas no processo de design (MARTINI, 2018).

FIGURA 6 – ANÁLISE DO COMANDO CLASH DETECTIVE



disponível em <https://www.cadbim3d.com/2017/09/clash-detective-detector-de-interferencias-navisworks.html>  
acesso em 05/04/2020

O *software* BIM que permite tal análise e faz a importação dos arquivos modelados no *Revit* é o *Navisworks*, que faz a integração das disciplinas. Na ferramenta *Clash Detective*, exibe um relatório que irão incluir resumos dos grupos de interferências. Na figura 6 o *Clash Detective* do *Navisworks* detectou duas interferências entre instalações hidráulicas e estruturas metálicas.

Compatibilizar projetos requer investimentos que podem representar de 1% a 1,5% do custo da obra, mas gera diminuição de despesas que varia de 5% a 10% desse mesmo custo. Além de reduzir o tempo gasto no canteiro de obras, os ganhos são garantidos pela redução do desperdício e eliminação do retrabalho (SANTOS, 2010)

## 2.7 Fases do bim

Um dos benefícios do BIM é a troca de conhecimento confiável em toda a organização do projeto, com o potencial de melhorar o relacionamento entre

arquitetos, engenheiros, profissionais da construção, gerentes de instalações e proprietários de edifícios; esse recurso também pode permitir que equipes multidisciplinares permaneçam sincronizadas entre si (CATELANI, 2016, p. 11).

A tecnologia BIM pode dar suporte e incrementar muitas práticas no setor da construção, ganhos significativos já foram alcançados em todas as fases de ciclo da edificação (comparados às práticas tradicionais em CAD 2D ou baseadas em papel), como demonstrados a seguir (EASTMAN et al., 2014, p. 16-22).

2.7.1 Concepção – Estudos preliminares mais qualificados e análises / simulações de diferentes alternativas de concepção (MATOS, 2016, P. 18).

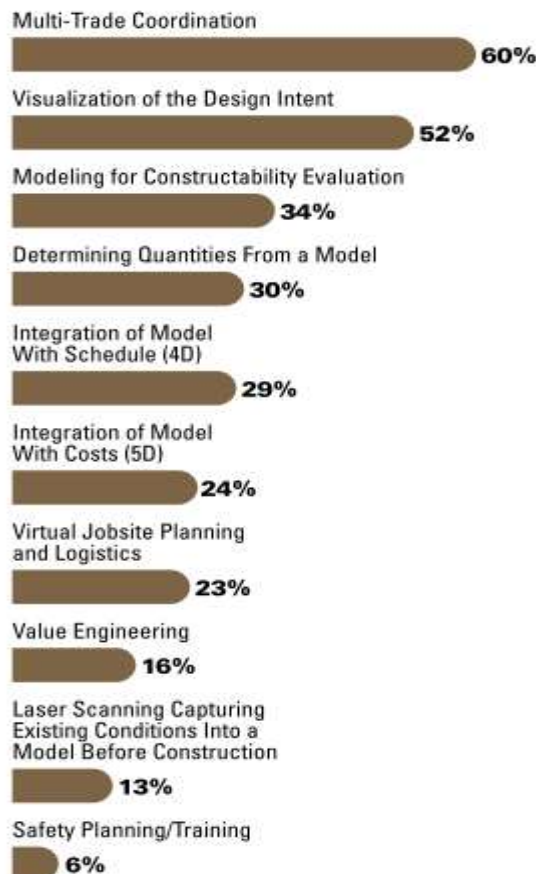
2.7.2 Projeto – A estimativa do projeto neste momento é muito difícil, Mas ainda não se deseja gastar muito tempo com custos e estimativas, que no final parece estar significativamente acima do orçamento. Usando ferramentas BIM o modelo de construção pode ser vinculado ao banco de dados de custos e o preço do projeto seria calculado instantaneamente junto com processo de criação / modificação de modelo. Já em estágio inicial, quando apenas o modelo esquemático está disponível, é possível avaliar a construção funcionalidade e sustentabilidade usando ferramentas de análise / simulação. Isso permite definir o projeto e certas instruções de desenvolvimento no estágio inicial, o que aumenta a qualidade geral do edifício. (D'APARECIDA, 2018, p. 18-21)

2.7.3 Construção – Com BIM, é possível simular o processo de construção, visualizar como a construção será construída diariamente e revelar possíveis problemas e oportunidades de melhorias. A tecnologia BIM permite identificar conflitos entre sistemas de diferentes disciplinas antes da construção. Isso acelera o processo de construção, reduz o risco de aumento de custos do projeto devido a confrontos e necessidade de soluções para corrigir erros, minimiza a probabilidade de disputas legais. No caso de alterações de design aparecerem durante a construção, o modelo modificado, definido com regras paramétricas, atualizará também a estimativa de custos e a programação instantaneamente A tecnologia BIM também facilita o processo de fabricação. Elementos 3D do modelo podem ser enviados para fábricas (D'APARECIDA, 2018, p. 19-24)

2.7.4 Operação – melhor gerenciamento e operação das edificações. Os modelos BIM estão cheios de informações que podem ser úteis para a construção de processos operacionais (MIRANDA; MATOS, 2015, p. 2).

A empresa *McGraw Hill Construction* (2014) junto aos proprietários de outras empresas nos países como: Alemanha, Austrália, Brasil, Canadá, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Japão, Nova Zelândia e Reino Unido os participantes relataram os seguintes benefícios como sendo os principais advindos pelo uso do BIM: melhor entendimento do projeto, redução de erros durante a execução da construção devido a correção de incompatibilidades durante a fase de projeto, menores problemas de coordenação, capacidades de análises e simulações do BIM geram projetos mais eficientes, benefícios do cronograma do projeto e benefícios no controle de custos (MHC, 2014, p. 32). A Figura 7 representa o resumo das opiniões das empresas dos países estudados. Tendo como base esta pesquisa certificamos que a visualização em 3D é, de fato, um grande benefício.

FIGURA 7 – PORCENTAGEM DE EMPREITEIROS QUE CITAM AS TRÊS PRINCIPAIS ATIVIDADES PARA AS QUAIS SUA ORGANIZAÇÃO APROVEITA O BIM DURANTE A FASE DE PROJETO / PRÉ-CONSTRUÇÃO



FONTE: (MHC, 2014, p. 32).

## **2.8 Bim no brasil**

### **2.8.1 Implementação**

Inicialmente o BIM foi impulsionado pelos arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários em milhares de projetos em todo o mundo através de um constante processo de tentativa e erro (MATOS, 2016, P. 18).

Um bom plano de implementação envolve a certeza de que a gerência (e outros membros-chave da equipe) adquiriu o completo entendimento de como o BIM pode dar suporte a processos de trabalho específicos (EASTMAN et al., 2014, p. 239).

Com a evolução do BIM nas administrações públicas, os profissionais mais experientes fundamentaram suas práticas de forma institucional dentro de suas próprias organizações e vários setores da indústria iniciaram programas de orientação e normas de ampla divulgação, para assegurar que os benefícios do BIM fossem alcançados de forma mais confiável e consistente (MATOS, 2016, p. 18)

Com essa evolução o Brasil vem desenvolvendo medidas para regular, capacitar e difundir o BIM nacionalmente. Isso inclui protocolos BIM, especificações de novos profissionais e juntamente com o SENAI, o desenvolvimento de programas de capacitação (EXPERTSBIM, 2019).

O governo federal criou em junho de 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do BIM para formular uma estratégia que pudesse alinhar as ações e iniciativas do setor público e do privado, impulsionar a utilização do BIM no país, promover as mudanças necessárias e garantir um ambiente adequado para seu uso. (ESTRATÉGIA BIM BR, p. 8)

Com a difusão do BIM no país, o Governo Federal busca alcançar resultados que representam alguns dos benefícios esperados pela sua aplicação.

- Assegurar ganhos de produtividade ao setor de construção civil;
- Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas;



- Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação;
- Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da construção civil;
- Reduzir prazos para conclusão de obras;
- Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
- Reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra;
- Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva;

Estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos.  
(ESTRATÉGIA BIM BR, p. 12)

O Governo Federal, por meio do decreto nº 9.983, publicado em 18 de agosto de 2019, “oficializou a Estratégia Nacional para a Disseminação do Building Information Modeling (BIM), ou Estratégia BIM-BR, cuja finalidade é promover um ambiente adequado ao investimento na metodologia e sua difusão no Brasil. Foram estabelecidas metas e prazos para implementação do BIM e a partir de 2021 deverá ser exigido na elaboração de modelos para a arquitetura e algumas disciplinas da engenharia. A expectativa é que, em 10 anos, a metodologia esteja disseminada nas obras públicas. A proposta da Estratégia BIM-BR é que a exigência do BIM nas compras do Poder Público seja feita de forma escalonada, para conferir tempo de adaptação ao mercado e ao setor público. Dentre os primeiros projetos pilotos, foi definido o Programa PROARTE do DNIT que assumiu o compromisso de realizar todas as adequações e capacitações necessárias para viabilizar a contratação de projetos e especificações para o programa piloto (PROARTE), em BIM, até o início do ano de 2021 (“IMPLANTAÇÃO BIM NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS ( MPDFT ) Secretaria de Projetos e Obras ( SPO )”, 2019, p 10)

O projeto de lei e o decreto apresentados apresentam esforços que objetivam a criação de legislações que regulamentem a obrigatoriedade do uso de BIM em contratações públicas de obras e serviços de engenharia.

### 2.8.2 Obstáculos

Catelani (2017) afirma que existem diversas barreiras para a plena adoção do BIM e que uma das mais preocupantes é a barreira cultural, segundo o autor é uma das mais difíceis a serem transpostas durante o processo de implementação do BIM. São elas:

- poucos profissionais capacitados em BIM no nosso mercado.

- Ainda acreditamos e apostamos em soluções ‘rápidas e baratas’.
- Desinteresse por processos mais eficazes e transparentes. Muitos se valem da indefinição de projetos para tirar proveito dela.
- As margens de lucro dos empreendimentos da construção civil no Brasil ainda são relativamente altas (comparadas com mercados mais maduros) e os erros e desperdícios, mesmo grandes, já estão incorporados aos orçamentos e, historicamente, acabaram aceitos pela indústria.
- O investimento para viabilizar a implementação BIM é desproporcional aos atuais valores de remuneração dos projetistas, especialmente na área de instalações (os projetos de instalações são sub-remunerados).
- Em geral, não há interesse pelo trabalho colaborativo – cada um se preocupa só com sua parte.
- Não temos incorporada, na cultura da indústria da construção civil, a utilização da Tecnologia da Informação (TI).
- Algumas pessoas são céticas e pensam que BIM pode ser um ‘modismo’ passageiro.
- Os modelos educacionais da maioria das universidades brasileiras constituem barreiras à disseminação da tecnologia BIM. As mudanças nas grades curriculares são difíceis, exigem processos longos, e os professores, de modo geral, não são estimulados às inovações.
- Há personagens no mercado que denigrem iniciativas inovadoras.
- O risco de perder profissionais após o investimento e o esforço do treinamento e da capacitação.

Conforme explica (Eadie et al, 2013 apud Coelho, 2017, p. 62) a não aplicação da plataforma BIM nos projetos tem como principais motivos os pontos a seguir:

- Falta de conhecimento e experiência entre os agentes do empreendimento e das partes envolvidas;
- Falta de conhecimento por parte do cliente sobre os pontos positivos da modelagem da informação;
- Resistência cultural;
- Custos de investimento;
- Não visualização de benefícios imediatos;

- Aspectos legais no que diz respeito aos direitos autorais.

(HUGO, 2019) afirma que para extrair o máximo da plataforma BIM, é necessário que todos os agentes envolvidos no ciclo de vida da edificação apresentem algum nível de comunicação e troca de informações, o mercado ainda não está atualizado o suficiente para absorver o BIM da maneira como esperamos, existem muitas barreiras culturais, muitos profissionais que precisariam ser “reeducados” para aceitar a nova mentalidade.

Segundo os autores, a resistência dos projetistas a uma reestruturação do processo de projeto é uma questão mais difícil de solucionar do que os obstáculos técnicos, pois em um processo que utiliza BIM, espera-se que haja maior colaboração e participação por parte de todos os projetistas (COELHO, 2017, P. 64)

## **2.9 A Utilização da metodologia BIM em obras públicas**

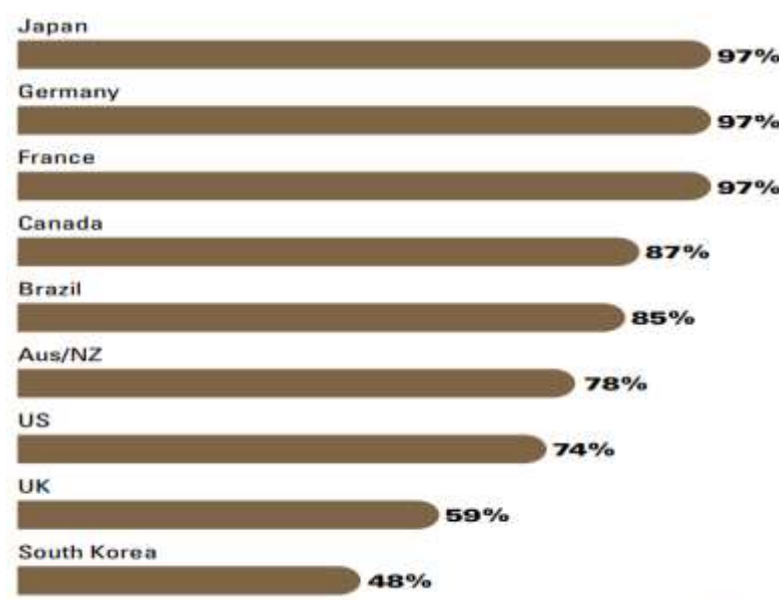
O modelo BIM está em um cenário propício para o crescimento acelerado mundialmente. Levando em consideração a necessidade de diversas obras de infraestrutura e construção, onde é preciso melhorar a produtividade de entrega e reduzir custos. Tornar o BIM um aliado tanto pelas iniciativas privadas quanto pelas iniciativas governamentais, devido ao desejo das partes de se beneficiarem das vantagens que a tecnologia pode oferecer.

Isso se dá pela possibilidade do BIM otimizar o setor construtivo, reduzir perdas e diminuir os problemas em todo ciclo de vida de uma edificação (projeto, construção, manutenção, demolição e reciclagem), ao permitir explorar e estudar alternativas desde a fase conceitual de um empreendimento, mantendo o modelo final atualizado até à sua demolição (SC-CADERNO, 2014 BIM, p. 8).

O uso do BIM está acelerando poderosamente, sendo impulsionado por grandes proprietários privados e governamentais que desejam institucionalizar seus benefícios de uma entrega de projetos mais rápida e segura e de qualidade e de custos mais confiáveis (MCGRAW HILL CONSTRUCTION, 2014b, p. 4). Uma prova disso se dá ao retorno positivo de construtoras em vários países que utilizam a plataforma BIM em projetos e empreendimentos e reportam um retorno sobre investimento *Return over Investment* (ROI) positivo, conforme apresenta a figura 7. A

partir dessa ilustração pode-se confirmar quanto BIM pode ser eficiente, dando-nos a garantia de futuros benefícios. Quanto maior for a eficiência na elaboração e implementação de processos BIM, maior é o retorno positivo.

FIGURA 8 - EMPREITEIROS QUE RELATAM UM RETORNO POSITIVO DO INVESTIMENTO (ROI), APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM POR PAÍS



FONTE: (MHC, 2014, p. 4).

## 2.10 Licitações de obras públicas

Na Constituição, art. 37, inciso XXI, está determinado que a Administração deve utilizar licitação:

ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações.” (BRASIL, 1988).

Desta feita, a Lei 8.666/93 ingressou no sistema jurídico como concretização dos mandamentos constitucionais quanto à matéria, veiculando “normas gerais” sobre licitações (BRASIL, 1993).

A licitação tem como objetivo a aquisição ou contratação de bens ou serviços para a Administração. Portanto, este é o principal objetivo da Lei de Licitações: Estabelecer a forma de chegar na contratação, assegurar que seja contratada a

melhor proposta, menor preço e melhor técnica ou a combinação de ambos (GANDOLFI, 2019).

Os princípios são o conjunto de ideais que norteiam tanto a lei, quanto a interpretação dela. Portanto, eles são a base da Lei de Licitações e devem sempre ser respeitados. Esses princípios estão elencados no art. 3º da Lei 8.666/93, que assim dispõe:

A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos (BRASIL, 1993).

São princípios das licitações: Isonomia, Legalidade, Impessoalidade, Moralidade, Igualdade, Publicidade, Economicidade e Eficiência, Probidade Administrativa, Vinculação ao Instrumento Convocatório, Julgamento Objetivo.

A Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993 estabelece normas gerais sobre licitações e contratos no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios

I – Objeto da licitação, em descrição sucinta e clara;

II – prazo e condições para assinatura do contrato ou retirada dos instrumentos, como previsto no art. 64 desta Lei, para execução do contrato e para entrega do objeto da licitação;

III – sanções para o caso de inadimplemento;

IV – Local onde poderá ser examinado e adquirido o projeto básico;

XV – instruções e normas para os recursos previstos nesta Lei;

XVI – condições de recebimento do objeto da licitação;

XVII – outras indicações específicas ou peculiares da licitação.”

No art. 6º, inciso I – define obra como toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta.

No art. 6º, inciso II – define serviço como:

toda atividade destinada a obter determinada utilidade de interesse para a Administração, tais como: demolição, conserto, instalação, montagem, operação, conservação, reparação, adaptação, manutenção, transporte, locação de bens, publicidade, seguro ou trabalhos técnico-profissionais (BRASIL, 1993).

O Art. 6º, inciso VIII - estabelece que o Regime de Execução Indireta é uma das exigências legais para a celebração dos contratos administrativos (BRASIL, 1993).

O Regime de Execução Indireta consiste na forma pela qual a Administração Pública contrata terceiros para a realização de uma obra, serviço ou fornecimento. A execução direta, por sua vez, é feita pelos órgãos e entidades da Administração, por seus próprios meios. (MARQUES, 2014)

Art. 7 As licitações para a execução de obras e para a prestação de serviços obedecerão ao disposto neste artigo e, em particular, à seguinte sequência: (BRASIL, 1993).

- I - Projeto básico;
- II - projeto executivo;
- III - execução das obras e serviços.

Entre as atividades dessa fase, o projeto básico é o mais relevante, pois define detalhadamente o objeto, sua elaboração e aprovação são condições para que ocorra a licitação das obras.

No art. 6º, inciso IX – define projeto básico como:

conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- a) desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;

c) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

d) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;

f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados; (BRASIL, 1993).

## **2.11 Orçamento e composição do custo**

A partir dessa definição se verifica que um dos componentes é o orçamento detalhado do custo global da obra. Para elaboração desse orçamento de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços de obras de infraestrutura de transporte (JUS 2018).

O orçamento analítico é a maneira mais precisa de estimar os custos da obra. É feito a partir de composições de custos unitários para os serviços de cada etapa da obra, levando em consideração todos os insumos necessários à execução (NOVES 2018).

Esse tipo de orçamento é obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência, do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (E-GESTÃO, 2018). Conforme a FIGURA 9.

FIGURA 9 - TABELA OFICIAL FEDERAL SINAPI



## PREÇOS DE INSUMOS

Página: 1 / 138

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 12/2017

Pesquisa: IBGE

Localidade: SALVADOR

Encargos Sociais (%) Horista: 117,73

Mensalista: 73,34

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00004757	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI ASFALTADOR	H	C	20,92
00012075	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI CAIXA P/ MEDICAO DE DEMANDA E ENERGIA REATIVA EM CHAPA 18 ESTAMPADA , PADRAO DE CONCESSIONARIA LOCAL	UN	CR	547,23
00002404	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI DIVISORIA COLMEIA CEGA COM MONTANTE E RODAPE DE ALUMINIO ANODIZADO SIMPLES (SEM COLOCACAO)	M2	C	130,00
00002720	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI ESCAVADEIRA DRAGA DE ARRASTE, CAP. 3/4 JC 140HP (INCL MANUTENCAO/OPERACAO)	H	CR	161,29
00002719	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI ESCAVADEIRA HIDRAULICA SOBRE ESTEIRAS DE 99 HP, PESO OPERACIONAL DE *16* T E CAPACIDADE DE 0,85 A 1,00 M3 (LOCACAO COM OPERADOR, COMBUSTIVEL E MANUTENCAO)	H	C	136,66
00013382	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI LUMINARIA FECHADA P/ ILUMINACAO PUBLICA, TIPO ABL 50/F OU EQUIV, P/ LAMPADA A VAPOR DE MERCURIO 400W	UN	CR	136,44
00020198	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI MADEIRA DE 1A. QUALIDADE (MADEIRA BRANCA), SERRADA E NAO APARELHADA, PARA FORMAS DE CONCRETO ARMADO	M3	C	1.000,00
00004126	IEM PROCESSO DE DESATIVACAOI TERMINAL DE PORCELANA (MUFLA) UNIPOLAR, USO EXTERNO, TENSAO 3,8/6 KV, PARA CABO DE 10/16 MM2, COM ISOLAMENTO EPR	UN	AS	165,59
00038605	ABERTURA PARA ENCAIXE DE CUBA OU LAVATORIO EM BANCADA DE MARMORE/ GRANITO OU OUTRO TIPO DE PEDRA NATURAL	UN	CR	64,90

disponível em <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poderpublico/sinapi/paginas/default.aspx> acesso em 22/05/2020.

Conforme (E-GESTÃO, 2018) o índice de preços unitários das tabelas é validado por uma instituição financeira contratada pela CEF. Os principais relatórios gerados pelo SINAPI são:

- Preços de insumos;
- Sintético dos custos de serviços;
- Composições analíticas com a discriminação dos insumos utilizados e das quantidades previstas por unidade de produção;
- Conjuntura e custos de projetos.

### 2.11.1 Curva abc

Conforme (E-GESTOR, 2018) a curva ABC tem como principal finalidade, classificar todos os produtos que compõem o estoque de uma empresa de acordo com o grau de importância de cada um deles.



Ou seja, é uma ferramenta que permite identificar os itens que possuem maior importância e maior valor dentro do estoque. Para assim, classificá-los de acordo com uma relevância.

Resumindo, a curva ABC faz um ranqueamento dos produtos mostrando qual deles traz maior retorno para uma empresa.

#### 2.11.2 BDI

De acordo com (FIOROTTI, 2001, p.8) é a Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas, é a parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identificado como a produção direta do serviço ou produto. O cálculo leva em consideração 4 itens principais:

- Administração central
- Despesas Financeiras
- Garantias, riscos, seguros e imprevistos
- Lucro
- Impostos

### **3 Metodologia da pesquisa**

Para Fonseca (2002), *methodos* significa organização, e logos, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência.

Conforme (PROETTI, 2005, p. 3) as pesquisas qualitativa e quantitativa podem ser utilizadas, ao longo de um estudo científico, tanto de forma isolada quanto de forma conjugada, isto é, quando se empreendem esforços em pesquisas na busca de respostas, poderão utilizar ambas as formas de pesquisa, na busca de respostas.

Esses objetivos tem necessidades metodológicas assim exigirão para que sejam obtidos dados corretos no estudo.

Os métodos qualitativos são apropriados quando o fenômeno em estudo é complexo, de natureza social e não tende à quantificação. Normalmente, são usados

quando o entendimento do contexto social e cultural é um elemento importante para a pesquisa (MORESI, 2003).

As características básicas de uma pesquisa qualitativa, segundo Godoy (1995) são:

- O pesquisador é o instrumento-chave;
- O ambiente é a fonte direta dos dados não requer o uso de técnicas e métodos estatísticos e têm caráter descritivo;
- O resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo e seu significado;
- O principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo;

Conforme (GUEDES, 2019) a pesquisa quantitativa é uma classificação que utiliza diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações para um determinado estudo.

Os meios de coleta de dados são estruturados através de entrevistas individuais e outros recursos que tenham perguntas claras e objetivas.

As pesquisas qualitativas e quantitativas contribuem para o desenvolvimento da ciência e o aumento do saber do homem (PROETTI, 2005, p. 4).

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, serão adotados a pesquisa bibliográfica e os métodos qualitativo e quantitativo para análise de dados por meio do estudo de caso, visando atingir os seguintes objetivos da pesquisa, que é avaliar o que pode ser utilizado na obra de uma edificação pública e utilizar todos os procedimentos escolhidos no projeto, para análise de incompatibilidades de uma edificação pública, através da metodologia BIM.

A primeira etapa da pesquisa se caracterizou como exploratória, que, para (TUMELERO, 2019) é uma técnica que auxilia a situar o assunto na literatura acadêmica sobre o tema de interesse, para então aprofundá-la e utilizar os autores para uma explanação crítica e científica sobre o tema.

Quanto aos procedimentos técnicos usados, este trabalho pode ser classificado como um estudo bibliográfico, pois tem conceitos relevantes tais como: inovação tecnológica, tecnologia da informação, implementação da modelagem da

construção, gestão de empresas, processo de projeto, entre outros. A pesquisa de conceitos será realizada por meio de consulta a banco de dados de teses e dissertações, livros, guias, artigos de autores nacionais e internacionais.

Conforme (VENTURA 2007, p.385) os estudos de caso têm várias aplicações. Assim, é apropriado para pesquisadores individuais, pois dá a oportunidade para que um aspecto de um problema seja estudado em profundidade dentro de um período de tempo limitado.

Uma grande utilidade dos estudos de caso é verificada nas pesquisas exploratórias. Por sua flexibilidade, é recomendável nas fases iniciais de uma investigação sobre temas complexos, para a construção de hipóteses ou reformulação do problema.

Segundo (YIN, 2001) estudos de caso podem ser considerados como uma das ferramentas possíveis para a realização de pesquisas. Estes representam a estratégia preferida quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real, como no caso da presente pesquisa.

O estudo de caso será trabalhado através de um projeto de um colégio da rede pública federal, e vai ser analisado o desenvolvimento no AUTOCAD e no REVIT, para fazer as compatibilizações, visando o melhor custo benefício, para a licitação da obra.

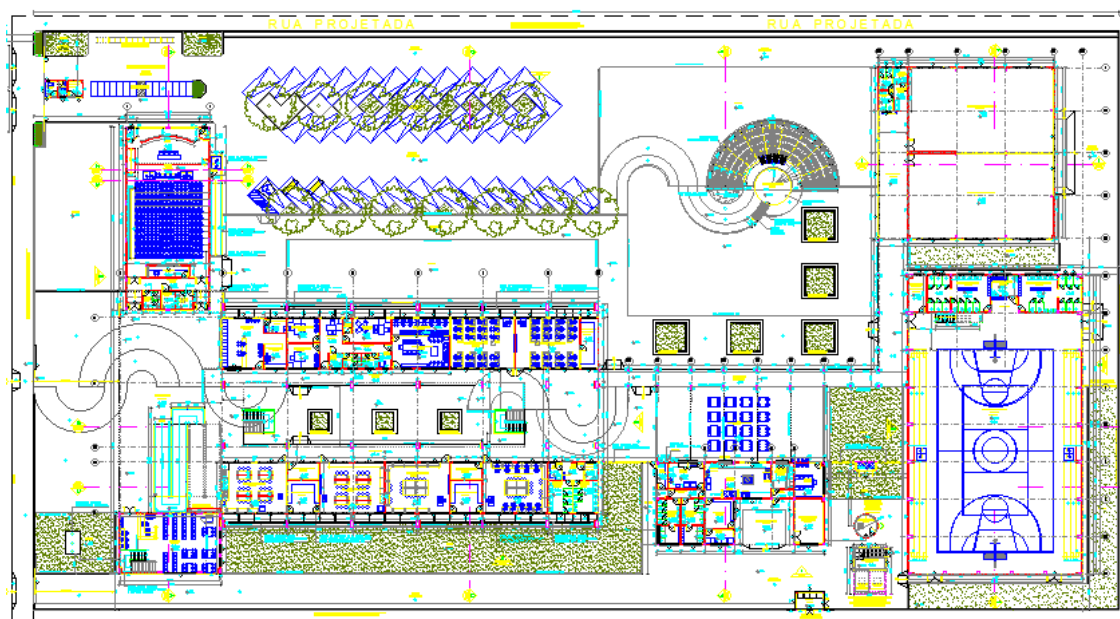
## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Estudo de caso**

Para análise da metodologia BIM no projeto do sistema predial sanitário e de arquitetura foi necessário a definição de um projeto para buscar os resultados esperados nesse trabalho. O estudo de caso selecionado foi o projeto da edificação

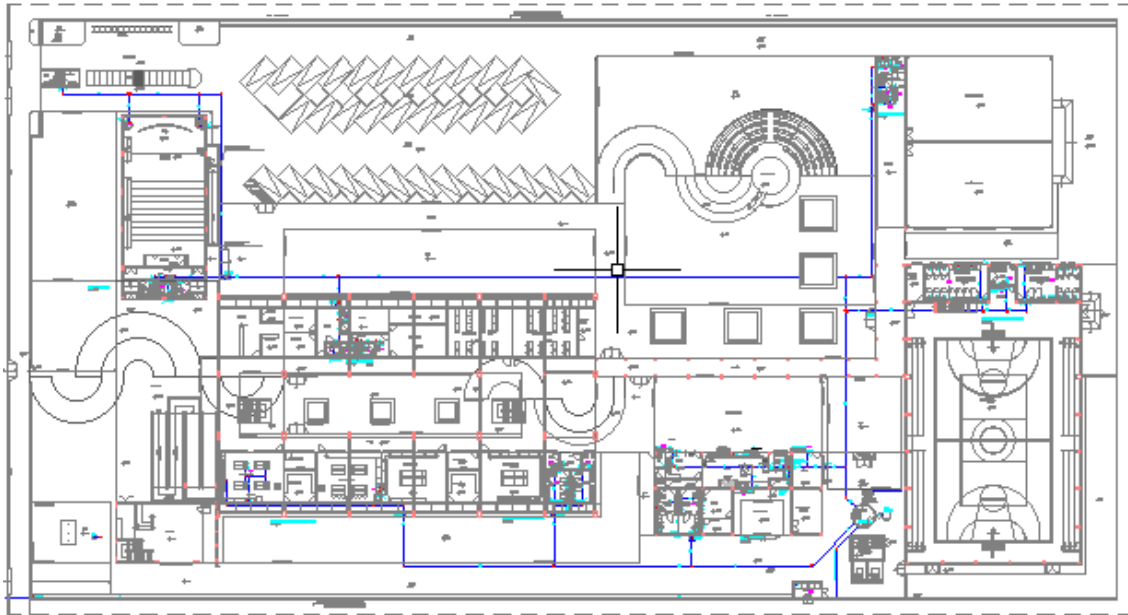
do colégio da rede pública federal, onde foram fornecidas pelo site do ministério da educação a documentação técnica necessária dos projetos de Arquitetura, Água Fria e Esgoto. Toda a documentação técnica foi fornecida em formato de arquivo DWG editável e disponibilizados pelo site do ministério da educação conforme as FIGURAS 9, 10 e 11.

FIGURA 10 - PLANTA BAIXA DE ARQUITETURA



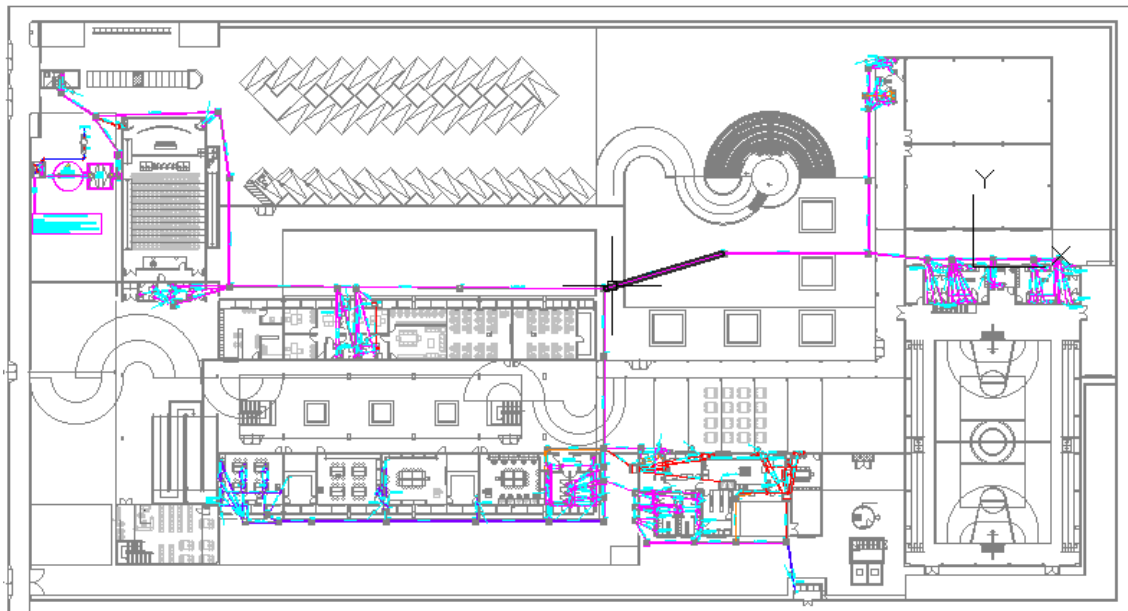
disponível em [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17248](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17248) acesso em 20/11/2020.

FIGURA 11 - PLANTA DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS



disponível em [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17248](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17248) acesso em 20/11/2020.

FIGURA 12 - PLANTA DE INSTALAÇÕES SANITÁRIAS



disponível em [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17248](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17248) acesso em 20/11/2020.

## 4.2 Tecnologias envolvidas

Para a modelagem foi utilizado o programa computacional Revit 2020, da Autodesk. Foi adotado este programa computacional pois o mesmo apresenta ferramentas de modelagem de todas as disciplinas necessárias para as análises da pesquisa. Além disso, a Autodesk forneceu gratuitamente licença de uso integral do programa computacional para uso estudantil.

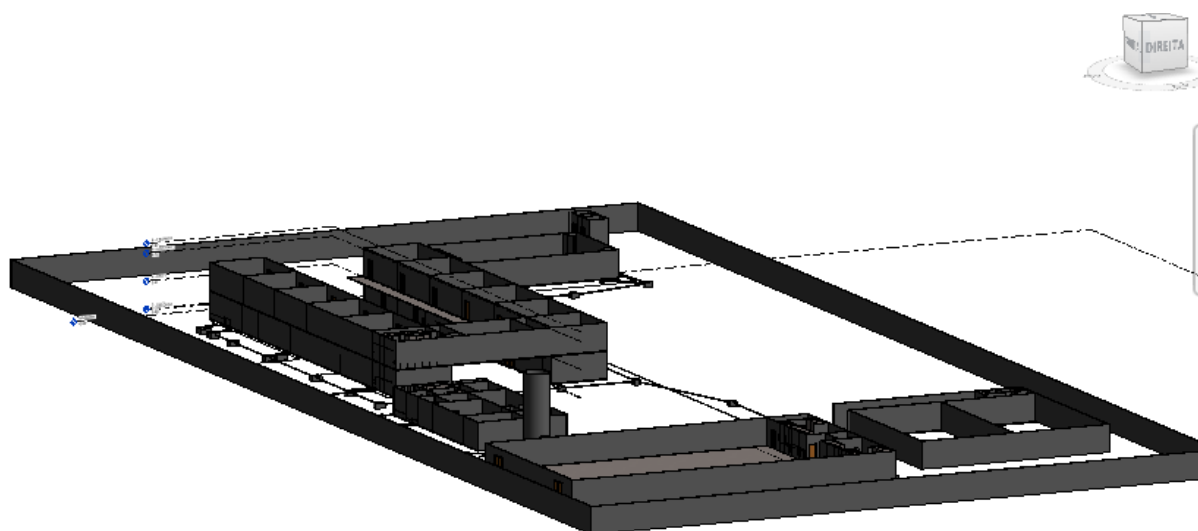
## 4.3 Características gerais

A edificação é composta por 12 salas de aulas, 6 laboratórios básicos, auditório, biblioteca, refeitório e área de vivência, quadra poliesportiva coberta e 2 grandes laboratórios.

## 4.4 Concepção arquitetônica

Foi desenvolvida a modelagem básica arquitetônica com a finalidade de auxiliar na visualização do modelo da edificação e parâmetros para a elaboração do projeto de instalações hidráulicas e sanitárias como demonstra a figura 12.

FIGURA 13 - MODELO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO



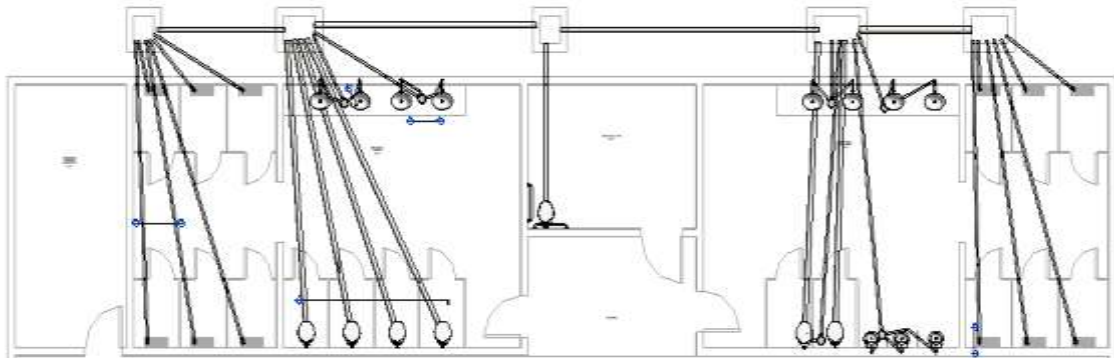
FONTE: O AUTOR

#### 4.5 Compatibilizações visando o melhor custo benefício

Durante o estudo do projeto e preparação da modelagem da arquitetura e das instalações foram identificadas algumas incompatibilidades, entretanto, estas falhas foram encontradas exclusivamente com a leitura do projeto, ainda sem nenhuma modelagem no REVIT em cima disso foi feito uma proposta de um novo layout com as incompatibilidades corrigidas em busca do melhor custo benefício.

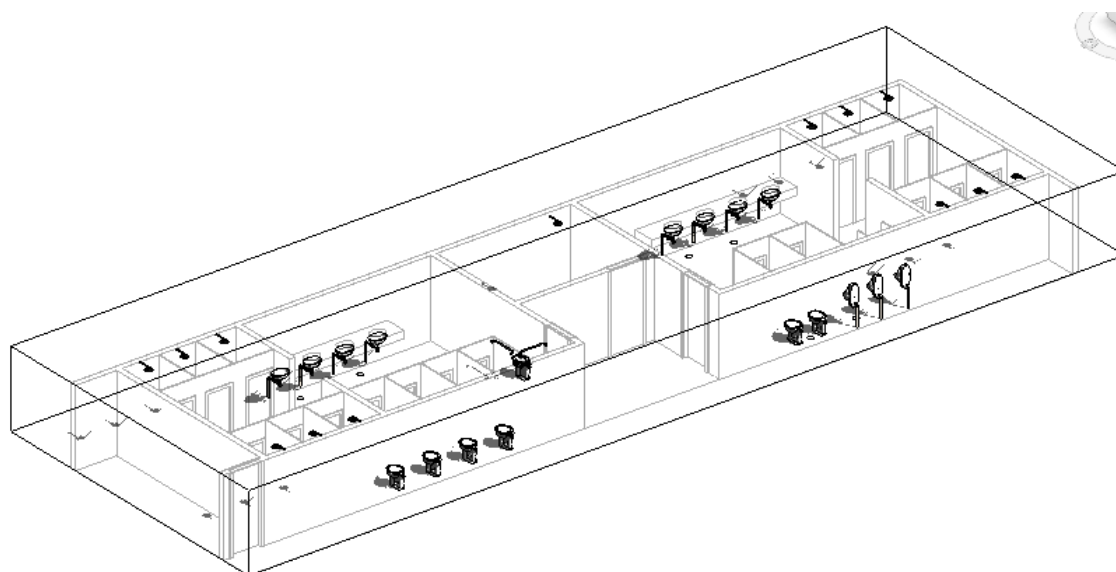
Nesta etapa de compatibilizações de projeto buscou-se comparar a economia através da redução das incompatibilidades passando do AUTOCAD para a plataforma BIM. Foi selecionado o caso de um banheiro da quadra poliesportiva e buscou-se produzir o mesmo nível em ambas as plataformas com alguns benefícios conforme as FIGURAS 13 e 15.

FIGURA 14 - PROJETO ORIGINAL



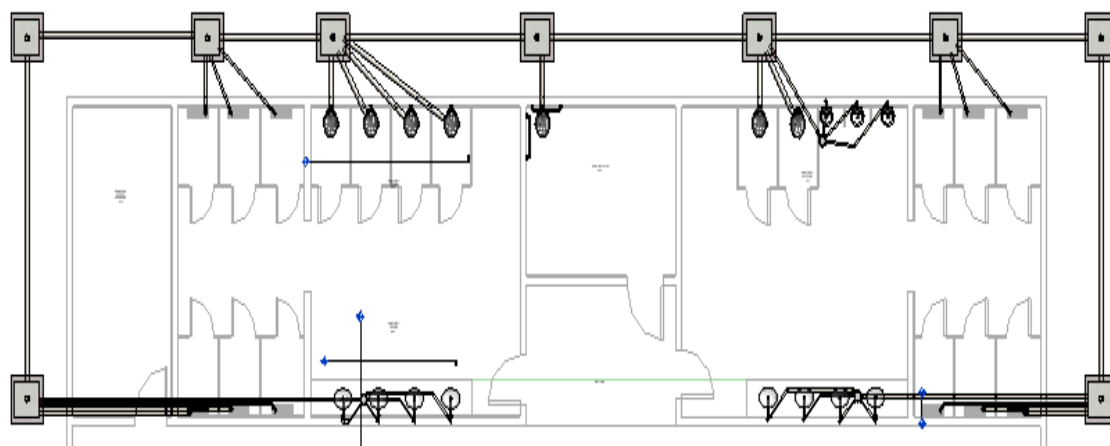
FONTE: O AUTOR

FIGURA 15 - ISOMÉTRICO ORIGINAL



FONTE: O AUTOR

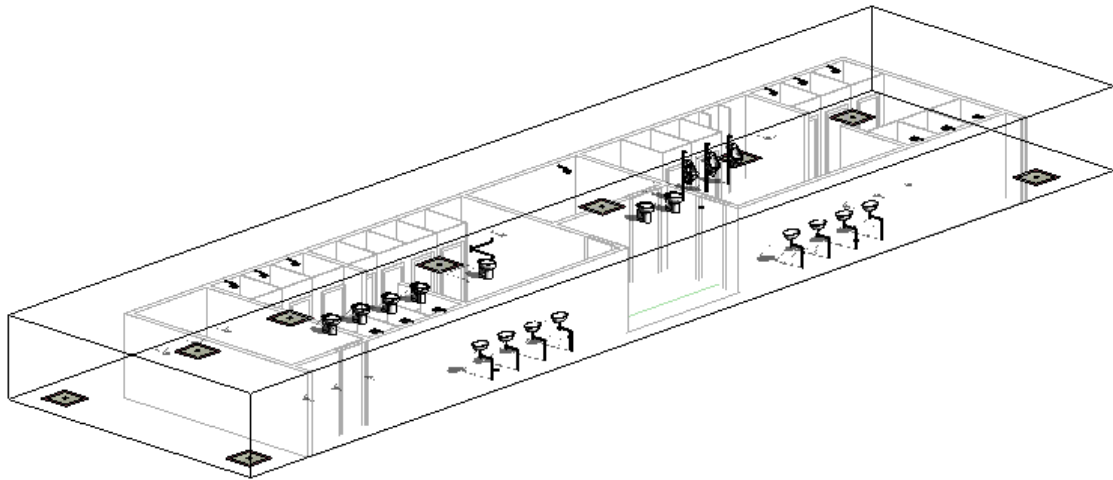
FIGURA 16 - PROJETO COMPATIBILIZADO



FONTE: O AUTOR



FIGURA 17 - ISOMÉTRICO COMPATIBILIZADO



FONTE: O AUTOR

Em busca de um projeto mais econômico foi necessário modificar a posição de alguns elementos impactados pela mudança de posição da bacia sanitária e lavatórios. No REVIT devido à existência de parâmetros de limite e de conexão, ao movimentar uma tubulação ou conexão de tubulação, as demais se mantinham conectadas, modificando-se automaticamente. O resultado da alteração em ambas as plataformas em planta.

#### **4.6 Análise das alterações**

Nessa etapa foram extraídos os quantitativos das conexões sanitárias do projeto original e compatibilizado, onde apresentaram variação em suas quantidades devido as compatibilizações. As tabelas 1, 2, 3 e 4 a seguir faz um comparativo das diferenças encontradas nas quantidades apresentando também sua variação percentual e orçamentária.

TABELA 1 – VARIAÇÃO PERCENTUAL DOS QUANTITATIVOS DOS TUBOS DE PVC DE ESGOTO DO PROJETO ORIGINAL E COMPATIBILIZADO

ECONOMIA COMPRIMENTO TUBOS DE PVC			
Diâmetro (mm)	ORIGINAL	COMPATIBILIZADO	ECONOMIA %
40	15,49	21,99	-30%
50	64,15	46,95	37%
100	70,32	63,55	11%

TABELA 2 – ECONOMIA DEVIDO A EXECUÇÃO DAS COMPATIBILIZAÇÕES NOS TUBOS DE PVC DE ESGOTO

ORÇAMENTO TUBOS DE PVC - ORIGINAL				
DIÂMETRO (mm)	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
40	m	15,49	12,3	190,527
50	m	64,15	16,89	1083,4935
100	m	70,32	28,9	2032,248
TOTAL				3306,2685
ORÇAMENTO TUBOS DE PVC - COMPATIBILIZADO				
DIÂMETRO (mm)	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
40	m	21,99	12,3	270,477
50	m	46,95	16,89	792,9855
100	m	63,55	28,9	988,669
TOTAL				2052,1315
ECONOMIA TUBOS DE PVC				
DIÂMETRO (mm)	ORIGINAL	COMPATIBILIZADO	ECONOMIA	
40	190,527	270,477	-79,95	
50	1083,4935	792,9855	290,508	
100	2032,248	988,669	1043,579	
TOTAL				1254,137

TABELA 3 – VARIAÇÃO PERCENTUAL DOS QUANTITATIVOS DE ACESSÓRIOS  
E CONEXÕES DE PVC DE ESGOTO DO PROJETO ORIGINAL E  
COMPATIBILIZADO

Amanco Wavin Esgoto PVC Acessórios			
Descrição do produto	QUANTIDADES		
	ORIGINAL	COMPATIBILIZADO	ECONOMIA
ANEL ORING ESG SBR DN50 DUR40	30	28	7%
ANEL ORING ESG SBR DN100 DUR 40	14	10	29%
CAIXA SIF N32 BR P GR RED 150X150X50	6	3	50%
JOELHO 45 ESG SN DN40 CB	5	8	-60%
JOELHO 90 BOLSA LGA ESG SN DN40 CB	18	22	-22%
JOELHO 90 ESG SN DN50 CB	12	12	0%
JOELHO 90 ESG SN DN100 CB	7	5	29%
LUVA SIMP ESG SN DN40 CB	7	10	-43%
LUVA SIMP ESG SN DN50 CB	12	12	0%
LUVA SIMP ESG SN DN100 CB	7	5	29%
RALO TERRACO CIL GR RAD BR 100X40	1	1	0%
JOELHO 90 BOLSA LGA ESG SN DN40 CB	22	26	-18%

TABELA 4 – ECONOMIA DEVIDO A EXECUÇÃO DAS COMPATIBILIZAÇÕES NOS  
ACESSÓRIOS E CONEXÕES DE PVC DE ESGOTO

AMANCO WAVIN ESGOTO PVC ACESSÓRIOS - ORIGINAL					
Descrição do produto	Descrição do produto	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
ANEL ORING ESG SBR DN50 DUR40		UN	30	5	150
ANEL ORING ESG SBR DN100 DUR 40		UN	14	8	112
CAIXA SIF N32 BR P GR RED 150X150X50		UN	6	<b>32</b>	192
JOELHO 45 ESG SN DN40 CB		UN	5	14,13	70,65
JOELHO 90 BOLSA LGA ESG SN DN40 CB		UN	18	12,5	225
JOELHO 90 ESG SN DN50 CB		UN	12	13,45	161,4
JOELHO 90 ESG SN DN100 CB		UN	7	26,92	188,44
LUVA SIMP ESG SN DN40 CB		UN	7	6,79	47,53
LUVA SIMP ESG SN DN50 CB		UN	12	8,13	97,56
LUVA SIMP ESG SN DN100 CB		UN	7	16,82	117,74
RALO TERRACO CIL GR RAD BR 100X40		UN	1	17,26	17,26
JOELHO 90 BOLSA LGA ESG SN DN40 CB		UN	22	12,5	275
TOTAL					R\$ 1.654,58
AMANCO WAVIN ESGOTO PVC ACESSÓRIOS - COMPATIBILIZADO					
Descrição do produto	Descrição do produto	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
ANEL ORING ESG SBR DN50 DUR40		UN	28	5	140
ANEL ORING ESG SBR DN100 DUR 40		UN	10	8	80
CAIXA SIF N32 BR P GR RED 150X150X50		UN	3	32	96
JOELHO 45 ESG SN DN40 CB		UN	8	14,13	113,04
JOELHO 90 BOLSA LGA ESG SN DN40 CB		UN	22	12,5	275
JOELHO 90 ESG SN DN50 CB		UN	12	13,45	161,4
JOELHO 90 ESG SN DN100 CB		UN	5	26,92	134,6
LUVA SIMP ESG SN DN40 CB		UN	10	6,79	67,9
LUVA SIMP ESG SN DN50 CB		UN	12	8,13	97,56
LUVA SIMP ESG SN DN100 CB		UN	5	16,82	84,1
RALO TERRACO CIL GR RAD BR 100X40		UN	1	17,26	17,26
JOELHO 90 BOLSA LGA ESG SN DN40 CB		UN	26	12,5	325
TOTAL					R\$ 1.591,86
<b>ECONOMIA ACESSÓRIOS PVC</b>					
ORIGINAL		COMPATIBILIZADO		ECONOMIA	
R\$ 1.654,58		R\$ 1.591,86		R\$ 62,72	

Nota-se através das tabelas apresentada acima que alguns serviços apresentaram grande variação entre os projetos. As quantidades que apresentaram maior variação econômicas foram as de tubulações com 1254,137 R\$

podendo ser considerada uma economia relativamente significativa uma vez que representa um custo expressivo em relação ao valor total das tubulações do projeto original que custa o valor de 3306,2 R\$ e o compatibilizado sendo 2052,13 R\$, em cima desses dois valores se obteve uma economia nas tubulações de esgoto de 62% um valor significativo quando se trata do projeto como um todo.

É possível perceber através da análise da Tabela 3, que o acessório que apresentou a maior diferença percentual em sua quantidade foi a CAIXA SIF N32 BR P GR RED 150X150X50 possuindo uma variação de 50%.

Considerando a tabela de acessórios e tubulações podemos considerar essas variações alta pois ocasiona prejuízos devido à ausência de compatibilização e integração dos projetos comprovando que um dos fatores que podem gerar variação nos quantitativos são as incompatibilidades. Outro erro muito comum dos orçamentistas no software AUTOCAD em 2D é o esquecimento durante extração dos quantitativos. Já o projeto em 3D no software REVIT possibilita uma maior facilidade na obtenção desses dados pois são automáticos e possui a opção de exportação dessas informações tabeladas, reduzindo erros e imprecisões.

## **5. Conclusão**

Este trabalho retratou a compatibilização entre os projetos arquitetônico e de instalações sanitárias através da tecnologia CAD 2D e da metodologia BIM com os projetos em CAD já finalizados os projetos 2D foram modelados com o uso de

softwares em BIM. Após a avaliação do projeto arquitetônico original e do compatibilizado foram desenvolvidas as análises.

Com o modelo BIM pode-se produzir com maior facilidade tendo acesso a mais detalhes como vistas e cortes do projeto, necessárias para garantir a qualidade e produtividade nas intervenções. Além disso, o modelo permite que o orçamento das alterações seja feito sem necessitar de medições e contagens manuais, sendo estas quantidades extraídas automaticamente evitando erros humanos e otimizando o processo.

A utilização das ferramentas BIM, trouxe outras formas de visualizar o projeto, tendo mais acesso a detalhes, vistas e cortes, facilitando bastante o processo de construção do modelo e o entendimento do mesmo.

A riqueza de detalhes dos modelos BIM reduz muitas incertezas comparadas com os projetos tradicionais, que trazem informações limitadas. Estas ferramentas cumpriram seu papel, embora não sendo utilizado toda a capacidade que os programas oferecem.

A modelagem das duas disciplinas em um só ambiente, possibilitou visualizar os projetos integrados detalhadamente, e prevendo erros comuns em projetos tradicionais, demonstra bastante o auxílio que essas ferramentas trazem.

Como o objetivo do trabalho era a verificação de incompatibilidades dos elementos geométricos dos dois projetos, utilizou-se apenas o aspecto 3D do programa, onde a projeção dos modelos foi satisfatória onde o custo total das instalações sanitárias das tubulações mais conexões e acessórios do projeto original foi 4960,88 R\$ com as compatibilizações o valor foi reduzido para 3644 R\$ em cima desses valores se obteve uma economia de 36,11% um valor significativo levando em conta o projeto como um todo onde essa porcentagem vai se manter aproximada.

Com as diretrizes deste trabalho, foram ponderadas as incompatibilidades das instalações sanitárias com o projeto de arquitetura e desta forma, conseguiu-se verificar que um impacto considerado baixo, mas com uma quantidade alta de ocorrência, terá maiores efeitos sobre a integralidade do projeto, ou seja, o volume de pequenas falhas, pode ocasionar aumentos consideráveis no orçamento da obra.

## REFERÊNCIAS

- ALTOQI. **Crise na construção civil**. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/estrutural/crise-na-construcao-civil-como-os-engenheiros-foram-afetados-2/>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- AUTODESK. **Medindo ROI em BIM**. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/medindo-o-roi-em-bim/>. Acesso em: 6 abr. 2020.
- AUTODESK. **O que é o Navisworks**. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/search-result/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/PTB/What-is-Navisworks.html>. Acesso em: 5 abr. 2020.
- BIM COMMUNITY. **IFC: Por que agora?** Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/news/load/910/ifc-why-now>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- BIBLUS. **As dimensões dos modelos BIM: 3D,4D,5D,6D,7D**. Disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>. Acesso em: 16 fev. 2020.
- BIM E SUAS DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO. **Neo Ipsum**. Disponível em: <https://neoipsum.com.br/2019/08/26/bim-e-suas-dificuldades-de-implementacao/>. Acesso em: 6 abr. 2020.
- BIM EXPERTS. **IFC E INTEROPERABILIDADE BIM**. Disponível em: <https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/ifc-e-interoperabilidade-bim/>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- BIM EXPERTS. **Como se desenvolveu o BIM pelo mundo**. Disponível em: <https://www.bimexperts.com.br/post/contexto-bim-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 1 mar. 2020.
- BUILDIN CONSTRUÇÃO E INFORMAÇÃO. **PLATAFORMA BIM EXIGÊNCIA PELO GOVERNO FEDERAL INICIA EM 2021**. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/plataforma-bim/>. Acesso em: 5 mar. 2020.
- CAMPESTRINI, T. F. et al. Entendendo BIM. **Universidade Federal do Paraná**, p. 50, 2015.
- CARDOSO, A. et al. BIM: O que é? **Mestrado Integrado em Engenharia Civil**. n. 120501027, p. 27, 2012.
- CASA CIVIL. **LEI Nº 8.666, DE 21 DE JUNHO DE 1993**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm). Acesso em: 21 mai. 2020.
- CATELANI, **Barreiras culturais para a adoção do BIM no Brasil**. Disponível em: <http://www.makebim.com/2017/10/06/barreiras-culturais-para-adocao-bim-no-brasil/>. Acesso em: 8 abr. 2020.
- CATELANI, W. S. VOLUME 01 - Fundamentos BIM : Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. **CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção**, v. 1, p. 124, 2016.
- COELHO, K. A implementação e o uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura. **Teses.Usp.Br**, p. 289, 2017.

CBIC 2018. **IBGE: construção perde R\$ 55,3 bi em 2016, fecha 4 mil empresas e demite 428 mil.** Disponível em: <https://cbic.org.br/ibge-construcao-perde-r-553-bi-em-2016-fecha-4-mil-empresas-e-demite-428-mil/>. Acesso em: 3 mar. 2020.

CBIC 2016. **PIB 2015.** Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2015>. Acesso em: 16 fev. 2020.

CAMPESTRINI, T. F. et al. Entendendo BIM. **Universidade Federal do Paraná**, p. 50, 2015.

CHEDID, M. B. F. Metodologia de pesquisa da pneumonia adquirida na comunidade. **Jornal de Pneumologia**, v. 26, n. 5, p. 273–276, 2000.

DAVIS, D. National Building Information Model Standard NBIMS • BIM GIS Integration • Why NBIMS • What is NBIMS • **Issues of Interoperability Chair-National BIM Standards Scoping Chair.** Infosystems, 2007.

D'APARECIDA: AVALIAÇÃO, G. S. D. **AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS NA ETAPA DE CONCEPÇÃO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS:** Uberlândia, 2018.

DELESDERRIER, A. B. **Estudo de falhas em obras de edificações oriundas da falta de compatibilidade entre projetos.** p. 73, 2015.

EASTMAN, Chuck et al. Manual de BIM: **Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

E-GESTÃO. **Entenda a composição de índice de preços de obras públicas.** Disponível em: <https://www.e-gestaopublica.com.br/construcao-de-obras-publicas/>. Acesso em: 22 mai. 2020.

FIOROTTI. **Bonificação ou benefícios e despesas indiretas.** , 2001.

FONSECA, J. J. S. DA. Metodologia da Pesquisa Científica. **UECE - Universidade Estadual do Ceará**, 2002.

GODOY. Construção de grupos na atenção básica à saúde. **Physis**, v. 27, n. 1, p. 9–12, 1995.

GUEDES. **O que é pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa.** Disponível em: <https://www.icguedes.pro.br/pesquisa-quantitativa-pesquisa-qualitativa/>. Acesso em: 27 mai. 2020.

HUGO. **BIM e suas dificuldades de implementação.** Disponível em: <https://neoipsum.com.br/2019/08/26/bim-e-suas-dificuldades-de-implementacao/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

INBEC. **Conheça uma dimensão 8D BIM, essencial para a prevenção de acidentes na Construção Civil** . Disponível em: <https://www.inbec.com.br/blog/conheca-dimensao-8d-bim-essencial-para-prevencao-acidentes-construcao-civil>. Acesso em: 7 mar. 2020.

IMPLANTAÇÃO BIM NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS ( MPDFT ) **Secretaria de Projetos e Obras ( SPO )** . 2019.



JUS. **Crêterios para a elabora o do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia contratados e executados com recursos dos orçamentos da União.** Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/71113/criterios-para-a-elaboracao-do-orcamento-de-referencia-de-obras-e-servicos-de-engenharia-contratados-e-executados-com-recursos-dos-orcamentos-da-uniao>. Acesso em: 22 mai. 2020.

MARQUES, P. Apostila Regime de Execu o Indireta. 2014.

MARTINI. **SOFTWARES DE GERENCIAMENTO BIM.** Disponível em: <https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/08/19/SOFTWARES-DE-GERENCIAMENTO-BIM>. Acesso em: 8 abr. 2020.

MATOS, C. R. DE; MIRANDA, A. C. DE O. Uso Do Bim No Combate  s Irregularidades Em Obras. **Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas**, n. Outubro, p. 23, 2015.

MATOS, C. R. DE; MIRANDA, A. C. DE O. Potencial uso do BIM na fiscaliza o de obras públicas. **Revista do TCU 133**, p. 22–31, 2015.

MATOS, C. R. DE. **O Uso Do Bim Na Fiscaliza o De Obras Cleiton Rocha De Matos.** p. 155, 2016.

MATOS, C. R. DE; MIRANDA, A. C. DE O. Uso Do Bim No Combate  s Irregularidades Em Obras. **Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas**, n. Outubro, p. 11, 2015.

MHC. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets.** [s.l.: s.n.].

MORESI, M. B. F. Metodologia de pesquisa da pneumonia adquirida na comunidade. **Jornal de Pneumologia**, v. 26, n. 5, p. 273–276, 2000.

NOVES ENGENHARIA. **Orçamento analítico.** Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/orcamento-analitico/>. Acesso em: 13 mai. 2020.

O MUNDO DA CONSTRU O. **Orçamentos para constru o: o que   e como fazer?** Disponível em: <https://entendaantes.com.br/orcamentos-para-construcao/>. Acesso em: 14 mai. 2020.

PLATAFORMA DE SIENGE. **Do 3D ao 7D - Entenda todas as dimensões do BIM.** Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim>. Acesso em: 7 mar. 2020.

PRESIDENTE, M. T. et al. **Estratégia BIMBR.** [s.d.].

PROETTI, S. As Pesquisas Qualitativa E Quantitativa Como Métodos De Investiga o Científica: Um Estudo Comparativo E Objetivo. **Revista Lumen - ISSN: 2447-8717**, v. 2, n. 4, 2018.

RCC. **Entendendo a lei 8.666.** Disponível em: <https://www.rcc.com.br/blog/entendendo-a-lei-8-666/>. Acesso em: 22 mai. 2020.

SANTOS. **Compatibilizar projetos reduz custo da obra em até 10%.** Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/compatibilizar-projetos-reduz-custo-da-obra-em-ate-10/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

SENADO FEDERAL. **RETOMADA DE OBRAS PÚBLICAS NO BRASIL**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/02/18/dario-berger-sugere-forca-tarefa-para-retomada-de-obras-paradas-no-brasil/>. Acesso em: 24 fev. 2020.

SINAPI. **Tabelas oficiais** . Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poderpublico/sinapi/paginas/default.aspx>. Acesso em: 21 mai. 2020.

SOUSA, F. J. DE. Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares- estudo de caso. p. 103F., 2010.

TUMELERO. **Pesquisa exploratória: conceito, características e aplicação em 4 passos**. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-exploratoria/>. Acesso em: 27 mai. 2020.

UTILIZANDO BIM. **Guia completo: BIM 5D Orçamentação** Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-5d-orcamento/>. Acesso em: 17 fev.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa The Case Study as a Research Mode. **Rev SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383–386, 2007.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205p.