



**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

CESARE ANTONIO ARAÚJO GRILLO FLORIANO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL
E A METODOLOGIA BIM EM UM ESTUDO DE CASO: reforma geral
de bloco residencial na Base Aérea de Florianópolis**

FLORIANÓPOLIS, ABRIL 2021.



**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

CESARE ANTONIO ARAÚJO GRILLO FLORIANO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL
E A METODOLOGIA BIM EM UM ESTUDO DE CASO: reforma geral
de bloco residencial na Base Aérea de Florianópolis**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Professor Orientador: Dr. Joao Alberto
Da Costa Ganzo Fernandez.

FLORIANÓPOLIS, ABRIL DE 2021.

Floriano, Cesare Antonio Araújo Grillo Floriano
Análise comparativa entre a metodologia tradicional
e a metodologia BIM em um estudo de caso: reforma geral
de bloco residencial na Base Aérea de Florianópolis
/ Cesare Antonio Araújo Grillo Floriano; orientação de
Joao Alberto Da Costa Ganzo Fernandez. - Florianópolis,
SC, 2021.
144 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Metodologia tradicional CAD. 2. Metodologia BIM.
3. Modelagem da informação da construção. 4. Força
Aérea Brasileira. I. Da Costa Ganzo Fernandez, Joao
Alberto. II. Instituto Federal de Santa Catarina.
Departamento Acadêmico de Construção Civil. III. Título.

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A METODOLOGIA TRADICIONAL
E A METODOLOGIA BIM EM UM ESTUDO DE CASO: reforma geral
de bloco residencial na Base Aérea de Florianópolis**

CESARE ANTONIO ARAÚJO GRILLO FLORIANO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

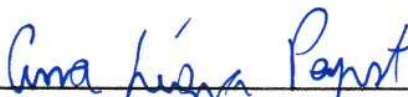
Florianópolis, 29 de abril de 2021.

Banca Examinadora:

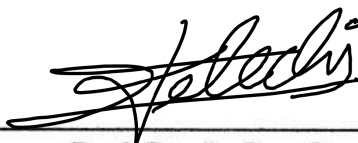
JOAO ALBERTO DA
COSTA GANZO
FERNANDEZ

Assinado de forma digital por
JOAO ALBERTO DA COSTA GANZO
FERNANDEZ
Dados: 2021.05.14 14:53:38 -03'00'

Prof. Joao Alberto Da Costa Ganzo Fernandez, Dr.
Orientador
Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC



Profª. Ana Ligia Papst De Abreu, Dra.
Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC



Prof. Danilo Dos Santos Telechi
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - IFSul

*Dedico este trabalho aos meus preciosos e amados pais
Rosangela Araújo Grillo e Tarcísio Floriano da Silva Júnior,
por todo esforço que sempre fizeram por mim, por me
incentivarem a todo tempo, por me apoiarem sempre
em minhas batalhas, por terem me ensinado a ter
coragem e a ser um bom homem e acima de tudo,
por serem exemplo de determinação e honra.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tão bem cuidar do meu destino e dos meus caminhos, os preenchendo sempre com grandes homens e mulheres com os quais aprendi a ser quem sou.

Agradeço novamente aos meus pais, por todo apoio e amor de sempre.

Agradeço à minha amada irmã e madrinha Nirsan Grillo Gomes Dambrós, por toda preocupação, por todos os cuidados, por toda atenção e dedicação, sempre preocupada com o meu bem. Ao meu irmão Edson Felipe Araújo Grillo Floriano, por ser um tutor e protetor durante toda a vida, por todos ensinamentos, e principalmente pela verdadeira amizade. À minha querida irmãzinha Lucyola Araújo Grillo Floriano meu maior exemplo de mulher corajosa, por toda preocupação, amor e verdadeira amizade. E a todos estes um especial obrigado por sempre acreditarem em mim.

Aos meus grandes amigos Danilo Marcelino e Felliipe Caetano pelas ótimas histórias vividas, pela lealdade nos momentos difíceis e pela verdadeira amizade construída.

Aos valiosos amigos, irmãos, que de uma forma ou de outra sempre me apoiaram, impulsionaram, me despenderam a lealdade pura e estiveram ao meu lado tanto nos memoráveis momentos da vida, quanto nos diversos momentos de grandes dificuldades: Venâncio Santos Pereira, Eduardo Bruno Silva, Cristiano Vieira Sala, Luiza Liz Alves, Adolpho Jacob, Emmanuel Mate, Marcus Vinícius Ceschini, Ludam Ultrabo, Otávio Martins, Juliano Becker, Rubens Becker, Guilherme Tomaselli, José Almir Cavalcanti de Almeida, Maxuel Soares e Luiz Octávio Marmelo.

À tia Maria Elisa Tomaselli, na pessoa de quem agradeço imensamente ao meu primo irmão Daniel Tomaselli Gomes (*in memorian*) por todo apoio, por me ajudar a chegar onde hoje estou, pela sintonia de irmãos mesmo sem termos saído do mesmo ventre, por me ensinar o real significado de amizade verdadeira e lealdade. Acredito que um dia nos veremos novamente.

À Ten Marinalva Ramos, pelo companheirismo, pelo compartilhamento de conhecimentos, pela confiança e pelo apoio nos momentos de maior tensão durante esses cinco anos.

Ao Prof. Maj Danilo Dos Santos Telechi, pelos anos de companheirismo, compartilhamento de conhecimentos e atenção despendida.

A todos os professores do Instituto Federal de Educação de Santa Catarina, pelos conhecimentos transmitidos e bons momentos vividos.

E ao professor Joao Alberto Da Costa Ganzo Fernandez não só pela orientação e por toda ajuda e apoio no desenvolvimento deste trabalho, mas também pelas oportunidades que tive de assistir às excelentes aulas por ele ministradas na graduação.

A todos, o meu mais sincero muito obrigado!

“A grande virtude de um homem é captar algo
ruim que lhe foi imposto e transformar
em algo muito bom.”

José Almir Cavalcanti de Almeida

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar
a vida com paixão, perder com classe e vencer
com ousadia. Pois o triunfo pertence
a quem se atreve e a vida é muito
para ser insignificante.”

Charles Chaplin

RESUMO

O método de projeção BIM (Building Information Modeling), pelo seu caráter inovador e integrativo, representa um dos maiores avanços nas áreas de projeto, planejamento e gestão de obras civis dos últimos anos. As vantagens em relação às metodologias tradicionais são apontadas pela literatura, sobretudo redução de retrabalhos e interferências entre projetos distintos, quantificação precisa e qualidade dos produtos gerados. Diante desse contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar em que medida a metodologia BIM pode auxiliar e incrementar a produtividade e eficiência na execução das demandas de engenharia de obras civis do setor público, especificamente obras da aeronáutica. Assim, realizou-se um estudo de caso na Base Aérea de Florianópolis, com o levantamento dos dados de uma obra executada através da metodologia tradicional e, em seguida, com a mesma obra modelada em BIM, comparou-se os resultados entre os dois métodos, buscando-se elencar as principais vantagens e desvantagens das duas metodologias, bem como, as dificuldades enfrentadas no processo de substituição da metodologia antiga pela metodologia BIM. O trabalho focou em comparar a obtenção dos quantitativos dos principais sistemas, escopo da obra, nas duas metodologias, além de analisar as ocorrências da obra e a possível antecipação destas com o modelo BIM, bem como demonstrar o nível de detalhamento e informações gerada pelo modelo. Os resultados demonstraram as vantagens da utilização dos softwares BIM, comparando-se as quantificações nas duas metodologias, assim como o auxílio dos modelos tridimensionais na tomada de decisões. Por fim chegou-se à conclusão de que a utilização da metodologia BIM, embora passe por diversas dificuldades, traz consigo grande valor agregado, sendo considerada não mais o futuro da construção civil, mas o presente imediato.

Palavras chave: Metodologia tradicional CAD. Metodologia BIM. Modelagem da informação da construção. Força Aérea Brasileira.

ABSTRACT

The BIM (Building Information Modeling) design method, due to its innovative and integrative character, represents one of the greatest advances in the areas of design, planning and civil works management in recent years. Concerning traditional methodologies, the advantages are pointed out by the literature, especially the reduction of reworks and interferences between different projects, precise quantification and quality of the generated products. Facing this context, this work aims to assess the extent to which the BIM methodology can assist and increase productivity and efficiency in the execution of engineering demands for civil works in the public sector, specifically aeronautics works. Thus, a case study was carried out at Florianópolis Air Base, with the survey of all the relevant data of a work carried out through the traditional methodology, then, with the same work modeled in BIM, the results were compared between the two methods, seeking to list the main advantages and disadvantages of the two methodologies, as well as the difficulties faced in the process of replacing the old methodology by the BIM methodology. The work focused on comparing the achievement of the quantitative of the main systems, scope of the construction, in the two methodologies, also analyzing the occurrences of the construction and their possible anticipation with the BIM model, as well as demonstrating the level of detail and information generated by the model. The results demonstrated the advantages of using the BIM software, comparing quantifications in two methodologies, as well as the contribution of three-dimensional models in decision making. Finally, it was concluded that the use of the BIM methodology, although experiencing several difficulties, brings with it great added value, being considered no longer the future of civil construction, but the immediate present.

Keywords: CAD Traditional methodology. BIM methodology. Modeling of construction information. Brazilian air force.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Projeto 2D em Software AutoCad	22
Figura 2 – Representação de um gráfico de Gantt.....	28
Figura 3 – Ciclo de vida das edificações - BIM	34
Figura 4 – Exemplo 01 de modelo BIM	35
Figura 5 – Exemplo 02 de modelo BIM	36
Figura 6 – As sete dimensões do BIM	37
Figura 7 – Dez dimensões do BIM	37
Figura 8 – BIM 4D: planejamento de projeto no Navisworks.....	38
Figura 9 – Ciclo das informações entre o BIM 3D, 4D e 5D	39
Figura 10 – Cidade sustentável e não sustentável.....	40
Figura 11 – União das 10 dimensões do BIM para a construção	41
Figura 12 – Cinco níveis diferentes do LOD de uma viga metálica	42
Figura 13– American Institute of Architects LOD 100	43
Figura 14 – American Institute of Architects LOD 200	44
Figura 15 – American Institute of Architects LOD 300	44
Figura 16 – American Institute of Architects LOD 400	45
Figura 17 – American Institute of Architects LOD 500	45
Figura 18 – Exemplo de estudo de massa composto por elementos ND 200 e ND 100	46
Figura 19 – Exemplo de Estudo preliminar composto majoritariamente por elementos ND 200	46
Figura 20 – Modelo composto com elementos ND 300 ou 350	47
Figura 21 – Conjunto de elementos ND 400	47
Figura 22 – Modelo composto por dados de As Built ND 500	48
Figura 23 – Softwares diferentes podem se comunicar utilizando formato “neutro”, como o IFC	49
Figura 24 – Conflitos entre tubulações e vigas	52
Figura 25 – Conflito entre vigas e janelas dos banheiros.....	52
Figura 26 – Associação do modelo 3D à sequência temporal das atividades da construção	56
Figura 27– Diagrama mostrando processo de modelagem 4D	56

Figura 28– Construtores reportando retornos sobre investimento positivos após a utilização de BIM	64
Figura 29 – Integração de aplicativos BIM ao sistema de gestão de obras do exército Brasileiro	65
Figura 30 – Primeiro conjunto de normas brasileiras relacionadas ao BIM - Sistema de classificação da informação da construção.	72
Figura 31 – Segundo conjunto de normas brasileiras relacionadas ao BIM - Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) ..	73
Figura 32– Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais	73
Figura 33 – Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objeto e Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem das informações da construção (BIM) — Gerenciamento de informações usa.....	74
Figura 34 –Dia da criação do Ministério da Aeronáutica	75
Figura 35– Modelo do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Curitiba (DTCEA-CT).....	86
Figura 36 - Programa de disseminação do BIM no âmbito do COMAER - Cronograma.....	87
Figura 37 - Programa de disseminação do BIM no âmbito do COMAER - Cronograma	90
Figura 38 - Base Aérea de Florianópolis, setembro de 2019	91
Figura 39 – Visão geral do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL.....	92
Figura 40 – Localização do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL.....	93
Figura 41 – Tubulações de gás em avançado estado de corrosão.....	93
Figura 42– Problemas ocasionados nos revestimentos em função da corrosão	94
Figura 43 – Mais fotos dos problemas ocasionados nos revestimentos	94
Figura 44 – Cercamento da área de obra com tapume e placa da obra	95
Figura 45 – Planejamento de modelagem e extração de quantitativos	97
Figura 46– Fachada do Bloco 2091.....	98
Figura 47– Corte escada e pavimento tipo.....	98

Figura 48 – Instalações de água fria	99
Figura 49 – Rede de esgoto e águas pluviais	99
Figura 50 – Instalações de gás e sistema hidráulico preventivo	100
Figura 51 – Detalhe de esgoto, água fria e vista do banheiro em software CAD	101
Figura 52 – Detalhe de esgoto do banheiro em planta e vista 3D	101
Figura 53 – Detalhe da rede de água fria do banheiro em planta e vista 3D	102
Figura 54 – Arquivo federado com a adição de todas as disciplinas modeladas	103
Figura 55 – Confeção do Quantification Workbook	103
Figura 56 – Alimentando o Item Catalog	104
Figura 57– Visualização no Navisworks dos elementos de alvenaria a serem demolidos para instalação de nova rede de águas pluviais.....	105
Figura 58 – Visualização de todos os revestimentos cerâmicos de piso e paredes a serem vinculados à composição “Regularização de superfícies para recebimento de revestimentos”	105
Figura 59 – Vinculando composições aos elementos do modelo	106
Figura 60 – Tabela de quantitativos Navisworks	106
Figura 61 – Comparação de quantitativos - Diferença percentual	107
Figura 62 – Curva de diferença percentual entre os quantitativos	108
Figura 63 – Comparação de quantitativos - Diferença em valores	109
Figura 64 – Comparativo financeiro entre as duas metodologias de quantificação	110
Figura 65– Tubulação de água potável em ferro fundido	112
Figura 66 – Piso de concreto de alta resistência a ser demolido e reconstruído	112
Figura 67 – Divisão em 2 células do reservatório superior	113
Figura 68 – Escada existente, modelo correto e escada marinheiro executada	114
Figura 69– Escada marinheiro prevista no modelo BIM	114
Figura 70– Rede de água fria prevista pelo piso	115
Figura 71– Planta da rede de água fria prevista pelo teto	115
Figura 72– Perspectiva da rede de água fria prevista pelo teto	116
Figura 73 – Execução de mocheta para abrigo dos medidores individuais	117

Figura 74 – Modelagem das mocheta para abrigo dos medidores individuais	117
Figura 75– Guarda corpo existente fora dos padrões do CBMSC	118
Figura 76– Guarda corpo da escada modelado no software BIM	118

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
1.1.	Contextualização	17
1.2.	Justificativa	19
1.3.	Definição do problema em forma de pergunta	20
1.4.	Hipótese	20
1.5.	Objetivo Geral	20
2.	REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1.	A metodologia tradicional para obras e serviços de engenharia	21
2.1.1.	Computer Aided Design - CAD	21
2.1.2.	Orçamentação	24
2.1.3.	Cronogramas	27
2.1.4.	Acompanhamento e Fiscalização	30
2.2.	A metodologia BIM para obras e serviços de engenharia	34
2.2.1.	Definição de BIM	34
2.2.2.	Dimensões BIM	36
2.2.3.	Níveis de desenvolvimento (LOD)	41
2.2.4.	Interoperabilidade e o <i>Industry Foundation Classes (IFC)</i>	48
2.2.5.	Compatibilização	50
2.2.6.	Levantamento de quantitativos e orçamentação	53
2.2.7.	Planejamento e Cronogramas	54
2.2.8.	Acompanhamento e Fiscalização	57
2.2.8.1.	<i>Projeto Básico/Executivo Deficiente ou Desatualizado</i>	<i>58</i>
2.2.8.2.	<i>Sobrepçoço / Superfaturamento</i>	<i>59</i>
2.2.8.3.	<i>Atrasos Injustificáveis nas Obras e Serviços</i>	<i>60</i>
2.2.8.4.	<i>Fiscalização Deficiente ou Omissa</i>	<i>61</i>
2.3.	A metodologia BIM nas obras públicas de engenharia	63
2.3.1.	Aspectos Gerais	63
2.3.2.	Modelagem	68
2.3.3.	Diretrizes com respeito ao BIM	70
2.4.	O Sistema BIM na Força Aérea Brasileira	74
2.4.1.	A Força Aérea Brasileira	74
2.4.2.	Engenharia civil na Força Aérea Brasileira	76

2.4.2.1.	<i>O Sistema de Engenharia do Comando da Aeronáutica (SISENG)</i>	78
2.4.2.2.	<i>Órgão Central do SISENG (OCSISENG)</i>	79
2.4.2.3.	<i>Elos Regionais do SISENG (ERSISENG)</i>	80
2.4.2.4.	<i>Elos Locais do SISENG (ELSIENG)</i>	81
2.4.2.5.	<i>Elos Executivos do SISENG (EESIENG)</i>	81
2.4.3.	Fiscalização de Obras e Serviços de Engenharia na Aeronáutica	82
2.4.4.	Engenharia civil na Base Aérea de Florianópolis	83
2.4.5.	Implantação do Sistema BIM.....	84
3.	MÉTODO DA PESQUISA	89
3.1	Desenho da pesquisa	89
3.2	Estudo de caso	90
3.2.1	Base Aérea de Florianópolis.....	90
3.2.2	Obra de Reforma Geral do Bloco Residencial R-2091	91
3.3	Limitações da pesquisa	96
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
4.1	Modelagem BIM	97
4.2	Nível de detalhamento	100
4.3	Extração de quantitativos	102
4.4	Análise dos resultados de quantificação	106
4.5	Ocorrências durante a execução da obra	111
4.5.1	Tubulações imprevistas em alto grau de corrosão	111
4.5.2	Reservatório superior	112
4.5.3	Instalação da rede de água fria	114
4.5.4	Instalação da rede de gás	116
4.5.5	Guarda-corpo da escada	117
4.6	Dificuldades na implantação e utilização do BIM	119
5.	CONCLUSÃO	121
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	122
	REFERÊNCIAS	123
	APÊNDICES	132

APÊNDICE A - Planejamento de modelagem e extração de quantitativos	132
APÊNDICE B - Tabela de quantitativos gerada no software navisworks.....	136
APÊNDICE C - Comparação de quantitativos - diferença percentual.....	139
APÊNDICE D - Comparação de quantitativos - diferença em valores	142

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A construção civil passa atualmente por um período de grandes mudanças e inovações, no qual muito se ouve falar da sigla BIM, Building Information Modeling, ou, Modelagem de Informação da Construção, em português.

O BIM é apresentado como uma maneira eficiente de reunir todas as informações de uma construção de forma integrada e organizada, desde a modelagem em si, passando pelos quantitativos, orçamentação, cronograma e até a periodicidade de manutenções da edificação, ou seja, acompanha a obra em todo seu ciclo de vida. (BUILDIN, 2020)

O decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, define o BIM como “conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção” (Brasil, 2020).

A proposta da tecnologia BIM é de que sua utilização eleve o nível de confiabilidade dos projetos, do planejamento e do controle de obras, além de gerar um aumento de produtividade, bem como a diminuição de custos e riscos relacionados à construção civil. (MDIC, 2018)

Com a publicação do decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 no Diário Oficial da União, a plataforma BIM (Building Information Modeling) tornou-se parte de uma estratégia nacional que visa incentivar o uso dessa tecnologia em âmbito nacional. Foi instituído o Comitê Estratégico de Implantação do BIM e lançada, pelo Governo Federal, a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM. O Governo anunciou inclusive que será exigido o uso da tecnologia BIM na construção civil a partir de 2021 (Brasil, 2019).

O Comitê Estratégico de Implementação do BIM - CE-BIM - composto por representantes de sete ministérios, dentre eles, o Ministério da Defesa e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, com a presidência exercida por este, foi criado 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.

A Estratégia BIM BR (2018) apresenta resultados esperados pelo Governo Federal que representam alguns dos benefícios esperados pela sua aplicação. São eles: 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.

Para o alcance destes resultados, a Estratégia BIM BR (2018) estipula objetivos, os quais buscam orientar as ações, as iniciativas e os projetos necessários, dos quais destacam-se para este trabalho: coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM; estimular capacitação em BIM; desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM; estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Atualmente as obras e serviços de engenharia realizados pela Base Aérea de Florianópolis (BAFL) são executadas com a aplicação da metodologia tradicional, sendo a representação das edificações em projeto via desenho em duas dimensões (2D), normalmente a metodologia Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador) - CAD.

Neste sentido, o presente trabalho busca modelar e simular o serviço de reforma em um bloco residencial com a utilização da metodologia BIM, para assim analisar os resultados, os diferenciais positivos e negativos, e demonstrar os obstáculos e benefícios da aplicação da Metodologia BIM na reforma geral de um bloco residencial, comparando-a com a metodologia tradicional e confrontando ainda os resultados obtidos com os esperados pelo Governo Federal, apontados na Estratégia BIM BR.

1.2. Justificativa

O autor do presente trabalho é militar de carreira da Força Aérea Brasileira, atualmente servindo na Base Aérea de Florianópolis e atuando na Seção de Engenharia, na qual desenvolve diversos trabalhos na área de obras e serviços de engenharia, como planejamentos, projetos, controle e fiscalização.

A demanda de obras e serviços de engenharia na Base Aérea de Florianópolis, seja para a manutenção das instalações prediais da área administrativa operacional e vilas residenciais, seja para interferências corretivas que se apresentam necessárias ou para adequações normativas, é consideravelmente grande levando-se em conta o efetivo disponível para este fim. Efetivo este que sofreu redução considerável em seu último ano visando atender às diretrizes da reestruturação da Força Aérea Brasileira.

No âmbito das vilas residenciais, que se destinam a atender aos militares que, em função das características da atividade militar, podem ser transferidos de uma localidade para outra a qualquer tempo, recentemente foi executada pela BAFL a obra de reforma geral de um bloco residencial, na qual o autor participou de grande parte do processo, com destaque à atividade de fiscalização. No mesmo sentido, existe a previsão, no Planejamento Plurianual de Obras da Unidade, da reforma geral em outros cinco blocos residenciais do mesmo padrão que o já executado, com previsão de início em 2023.

Cabe ressaltar ainda, a importância do atendimento ao decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, o qual vincula expressamente o Ministério da Defesa, por meio das atividades executadas nos imóveis jurisdicionados ao Exército Brasileiro, à Marinha do Brasil e à Força Aérea Brasileira, às ações de disseminação do BIM, estabelecendo sua implementação de forma gradual, em três fases, e constando já na primeira delas - a partir de 1º de janeiro de 2021 - que o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, abrangendo, no mínimo: a elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia referentes às disciplinas de estruturas, instalações hidráulicas, instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado e instalações elétricas; a detecção de interferências

físicas e funcionais entre as diversas disciplinas e a revisão dos modelos de arquitetura e engenharia, de modo a compatibilizá-los entre si; a extração de quantitativos; e a geração de documentação gráfica, extraída dos respectivos modelos (Brasil, 2020).

Neste sentido, é de grande interesse do autor desenvolver o tema proposto e analisar, com a implantação da metodologia BIM em substituição à metodologia tradicional, os possíveis ganhos de qualidade e agilidade, a redução de prazos e retrabalhos, o atendimento às demandas de projetos e fiscalização de forma mais precisa e eficaz, possibilitando sua realização por efetivo reduzido sem impactar o resultado final negativamente e, principalmente, a melhor aplicabilidade da verba pública. Além disso, a demonstração de resultados positivos pode incentivar e disseminar o aumento da utilização dessa tecnologia, com a finalidade de se obter melhores resultados.

1.3. Definição do problema em forma de pergunta

A metodologia BIM auferir benefícios em relação à metodologia tradicional quanto a custos e qualidade do produto final em uma reforma de edificação pública?

1.4. Hipótese

A metodologia BIM se apresenta vantajosa em relação à metodologia tradicional nos quesitos custos e qualidade em obras e serviços de engenharia no setor público.

1.5. Objetivo Geral

Identificar os possíveis benefícios na reforma de um bloco residencial executada com a aplicação da Metodologia BIM em substituição à metodologia tradicional na execução dos projetos de engenharia.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A metodologia tradicional para obras e serviços de engenharia

2.1.1. Computer Aided Design - CAD

A partir da década de 1960, com o desenvolvimento da indústria de software gráfico, o computador tornou-se uma ferramenta poderosa e imprescindível. Na década seguinte este desenvolvimento chega ao universo dos projetos com o lançamento da tecnologia Computer Aided Design (CAD), ou desenho auxiliado por computador, trazendo mais rapidez, qualidade e eficiência à elaboração de projetos. O software mais inovador que surgiu na época foi o AutoCAD, que passou então a representar a nova tecnologia. (COSTA, 2015)

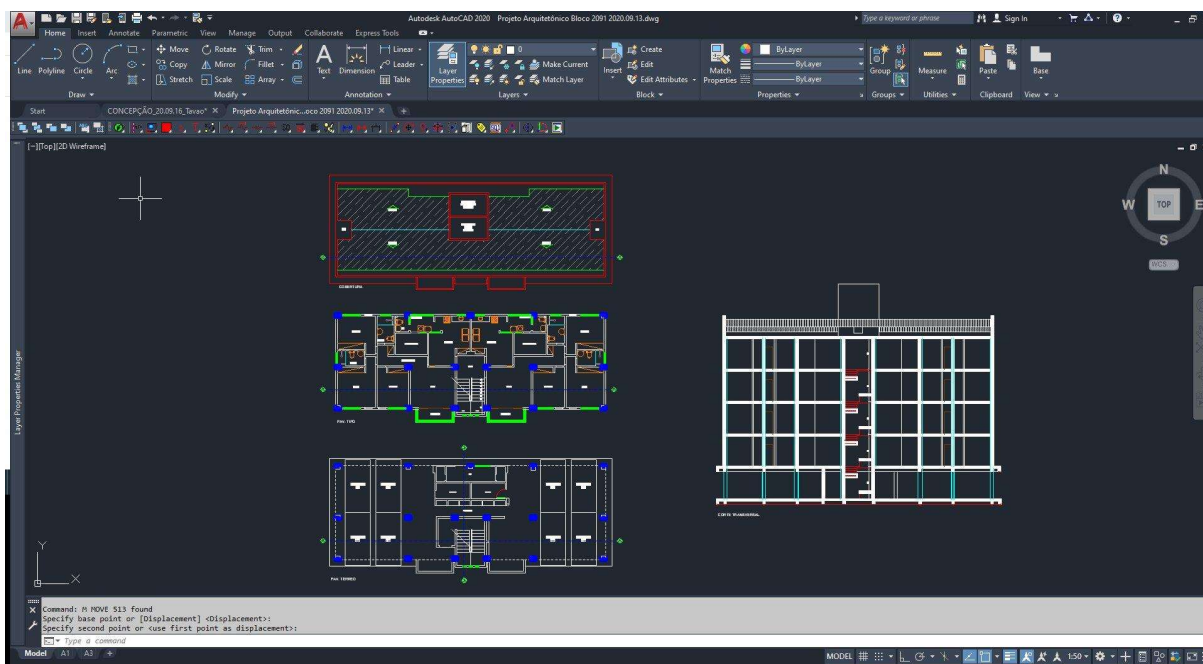
Com início nas indústrias aeroespacial e automobilística, o CAD se torna mais acessível com a evolução dos computadores e o consequente baixo preço de aquisição dos equipamentos, destacando-se no mercado o software AutoCAD, da Autodesk. (SILVEIRA, 2005)

Transportando para o computador o desenvolvimento de desenhos feitos anteriormente de forma manual, em papel vegetal, tinta nanquim e com superposição de papéis para a compatibilização de disciplinas, o CAD é um sistema computacional aplicado nas áreas de arquitetura, engenharia e construção que revolucionou este mercado nos últimos anos (COSTA, 2015).

Para Bozdoc (2003), o maior estímulo ao uso da tecnologia CAD foi a competição entre as empresas, que em busca de conquistar negócios buscaram utilizar o CAD para produzir projetos com maior qualidade, mais rapidez e menor custo.

O CAD surgiu como uma tecnologia de ligação entre os setores de projeto e de produção, trazendo considerável aumento de produtividade para as empresas, tendo em vista que os projetos eram realizados em tempo mais curto, com grande redução de erros dimensionais, maior padronização e clareza na apresentação (COSTA, 2015).

Figura 1: Projeto 2D em Software AutoCad



Fonte: O autor.

A produtividade é incrementada com a utilização de um programa CAD. O AutoCad, por exemplo, conta com diversas ferramentas que aumentam a velocidade na elaboração de projetos. Pode-se utilizar filetes e chanfros automáticos, distanciamento padrão entre linhas, copiar, girar e espelhar objetos, preencher espaços com padrões de hachuras fornecidos pelo software, diversas fontes de diferentes estilos de textos podem ser facilmente utilizadas em substituição à utilização dos antigos normógrafos, com um simples comando pode-se representar as partes do desenho na folha de impressão, com escalas e propriedades de cores e linhas diferentes, dando destaque ao que é desejado, pode-se por exemplo exibir um detalhe em uma escala e a planta baixa em outra.

Silveira (2005) cita que além da extensão padrão, “dwg”, o AutoCad pode abrir e salvar arquivos em “dwt” utilizado para criação de arquivos padrões, em “dxf” utilizado pela maioria dos softwares CAD, bem como exportar arquivos em diversas outras extensões.

Segundo Bozdoc (2003), o CAD é muito adequado para documentação rápida e repetitiva, de forma a se evitar o grande tempo despendido na procura por arquivos de desenhos, além de apresentar grande facilidade para realização de alterações, como possíveis solicitações de clientes, em comparação aos desenhos manuais.

O AutoCad conta com diversos comandos úteis, e quanto mais conhecimento o usuário tem a respeito destes, mais rápida é a sua produção no software:

Dois comandos importantes que o AutoCAD oferece são o list e o Massprop. O primeiro é usado, principalmente, em objetos com duas dimensões. Este comando apresenta a área e o perímetro, bem como as coordenadas cartesianas dos pontos que compõem o objeto selecionado. O Segundo comando fornece dados como massa e volume do sólido selecionado. Estes comandos podem ser usados para levantamento de quantitativos da obra analisada. (SILVEIRA, 2005, p. 73)

Destinado à elaboração de desenhos técnicos, e capaz de representar com eficiência projetos arquitetônicos, hidráulicos e elétricos de forma bidimensional, por exemplo, os empecilhos encontrados para a implantação do AutoCAD estavam no custo elevado para a aquisição da licença do software, o investimento em computadores melhores e mais modernos que pudessem executar o software com perfeição, bem como na capacitação de profissionais para a utilização da tecnologia (COSTA, 2015).

De acordo com Nascimento e Santos (2006, apud AYRES E SCHEER, 2007), o CAD que mais se destacou na época foi o CAD geométrico, utilizado para a confecção de desenhos bidimensionais. Os CADs geométricos, apesar de substituírem os desenhos à tinta nanquim por arquivos digitais e plotagens, facilitando alterações nos desenhos e eliminando tarefas repetitivas e complicadas, como a normografia, representam a evolução de uma prancheta, podendo ser considerados como a substituição de uma antiga ferramenta por uma mais atual, ao passo que não há alteração no processo de produção ou na geração da informação de projetos.

Para Montenegro (2017), os programas CAD, apesar de ainda serem os mais utilizados pelos arquitetos, são focados em representações padronizadas através de linhas, formas e textos, porém não associam informações ao desenho.

A incapacidade dos CADs geométricos de apresentar uma melhora substancial no processo de projeto se dá ao fato de que esta tecnologia foca na solução dos problemas de representação gráfica da geometria e não na transmissão de informações através do desenho (IBRAHIM et al., 2004 apud AYRES E SCHEER, 2007)

As limitações dos sistemas CAD são evidenciadas pela necessidade de se produzir diversas vistas, cortes e elevações em 2D para a representação e compreensão de um elemento tridimensional, necessidade esta que aumenta as chances da ocorrência de erros. Além disto, os desenhos gerados nos softwares CAD podem ser interpretados corretamente apenas por algumas pessoas, sendo impossível sua interpretação tanto por máquinas, já que os desenhos consistem na

representação gráfica através de linhas, formas e textos dispostos seguindo uma padronização, quanto por pessoas leigas, pelo fato destas não dominarem o conhecimento técnico necessário para a leitura correta dos desenhos. (MILIOLI, 2012)

2.1.2. Orçamentação

O custo de um empreendimento é composto por muitos itens. A orçamentação envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização destes, o que demanda grande habilidade e conhecimentos técnicos do orçamentista. Todo processo deve ser realizado com grande atenção e estudos para que não existam faltas nas composições de custos e nem haja considerações indevidas. Imperfeições no processo de orçamentação influenciam em aumento de custos e prazos, prejudicando a lucratividade do empreendimento. No caso de concorrências, por exemplo, o construtor deve garantir que todos os custos sejam considerados no orçamento, estando dentro do preço final e representando uma margem de lucro aceitável. (MATTOS, 2006)

González (2007) define um orçamento como uma previsão estimada do preço de uma obra. O custo é o valor total necessário para sua execução e o preço seu custo acrescido da lucratividade desejada. Para Limmer (1997), orçamento é a definição dos gastos necessários para a realização de um projeto, de acordo com um plano de execução previamente estabelecido. Xavier (2008) aponta que a orçamentação é uma das áreas mais importantes no ramo da construção civil, podendo um orçamento apontar o sucesso ou fracasso de um empreendimento, já um erro na sua elaboração, pode acarretar grandes prejuízos financeiros bem como a falta de credibilidade para a empresa.

Segundo Mattos (2006), o custo exato de um empreendimento é impossível de se determinar previamente com exatidão, no entanto orçamentos bem precisos podem ser obtidos quando o processo de orçamentação é baseado em critérios técnicos bem estabelecidos, com informações confiáveis, de obras passadas, por exemplo, e uma boa avaliação do orçamentista.

De forma geral, os orçamentos são definidos somando-se os custos diretos, custos indiretos, impostos e o lucro. Os custos diretos são os materiais, equipamentos e mão de obra, já os custos indiretos englobam diversos gastos como as equipes de apoio e supervisão, as despesas gerais do canteiro de obras e as taxas. Para a

definição do orçamento, primeiramente o orçamentista realiza o estudo dos documentos disponibilizados, tais como o projeto, seja ele básico ou executivo, a especificação técnica, e o edital, no caso de concorrência. Em seguida é realizada a visita técnica e tratamentos com o cliente, a fim de se dirimir as dúvidas. Após isso, monta-se o custo, baseado nas definições técnicas, no plano de ataque da obra, nos quantitativos, nas produtividades das equipes e nas cotações dos preços dos insumos. Por fim, soma-se o custo indireto dimensionado e o valor dos impostos, bem como a margem de lucro desejada. (MATTOS, 2006)

O preço final apontado em um orçamento não deve ser tão alto, a ponto de não ser competitivo com outras empresas, nem tão baixo a ponto de não apresentar lucro para a construtora. (XAVIER, 2008)

Limmer (1997) evidencia que o processo de orçamentação é complexo, e que esta complexidade aumenta devido a fatores como a variação da produtividade da mão-de-obra, à constante variação dos preços dos insumos, à elevada quantidade de serviços a serem realizados e aos erros e omissões nos projetos.

O orçamento pode ser classificado, conforme o seu grau de detalhamento, como: estimativa de custo, realizada com base em custos históricos e comparação com projetos similares desenvolvidos anteriormente, fornecendo uma idéia da ordem de grandeza do custo do empreendimento; orçamento preliminar, baseado no levantamento de quantitativos e na pesquisa de preços dos principais insumos e serviços; e orçamento analítico, elaborado através de composições de custos para os quantitativos levantados, e profunda pesquisa de preços. Esta busca chegar o mais próximo possível do custo real, considerando uma pequena margem de incerteza. (MATTOS, 2006)

Segundo González (2007), existem diversos tipos de orçamento dependendo da finalidade e das informações disponíveis. O orçamento paramétrico é adequado para análises iniciais como consultas aos clientes ou estudos de viabilidade, este é uma estimativa aproximada do custo total, quando os projetos ainda não estiverem disponíveis, o custo da obra pode ser estabelecido por área ou volume construído, com a utilização de valores unitários de registros de obras anteriores ou de organismos que os calculam e publicam periodicamente, como o CUB (Custo unitário Básico) calculado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de cada estado ou o SINAPI da Caixa. Já o orçamento descritivo é formado por uma relação de todos os serviços a serem realizados na obra, subdivididos em serviços, ou grupos de serviços,

de forma clara e objetiva, seguindo um padrão, de forma a facilitar a execução, acompanhamento e conferência dos resultados, neste caso, o preço unitário de cada serviço é calculado por composição de custos, que é a relação entre as quantidades e preços dos materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários para a execução de uma unidade do serviço em questão.

Para que seja iniciada a orçamentação de uma obra, deve-se ter o conhecimento não só de quais serviços serão executados, mas também a quantidade de cada um deles. Esta quantificação é feita com base nos desenhos fornecidos pelo projetista, levando-se em conta as dimensões e as características técnicas dos materiais de cada serviço. Este levantamento é uma das etapas que mais exigem conhecimento técnico do orçamentista, já que demanda o cálculo de áreas, perímetros e volumes, contagens e, principalmente, a interpretação de projetos das diversas disciplinas para a extração das informações. (MATTOS, 2006)

Segundo Marchiori (2009), no Brasil os levantamentos de quantitativos normalmente são executados por orçamentistas ou pelo próprio autor do projeto, que geralmente entregam ao cliente um relatório destes levantamentos, porém nem sempre este demonstra com clareza o que de fato foi considerado nos quantitativos.

Levando-se em conta a grande importância do orçamento no setor da construção civil, em especial para as obras públicas que demandam maior transparência e a redução das necessidades de aditivos, considerando-se ainda a relevância do levantamento de quantitativos para o desenvolvimento do orçamento, é de suma importância que o orçamentista domine o processo dos serviços a serem realizados, tendo o conhecimento da forma como é feito bem como dos materiais necessários para a execução. (BRAGA, 2015)

Tendo em vista que os diversos serviços no setor da construção civil são constituídos por materiais, mão-de-obra e emprego de equipamentos, Braga (2015) conclui que o levantamento de quantitativos é uma base muito importante não só para o setor financeiro da empresa mas também para o planejamento da obra, dando subsídio para o dimensionamento das equipes e locação de equipamentos.

O levantamento e mensuração dos quantitativos deve ser registrado e armazenado em um memorial de cálculo, de forma a ser claramente interpretado e conferido por outras pessoas, bem como que se possam aplicar modificações com facilidade, sem necessariamente ter que realizar-se um segundo levantamento completo. (MATTOS, 2006)

2.1.3. Cronogramas

O cronograma físico financeiro tem sua verdadeira importância em possibilitar que o gestor tenha uma previsibilidade confiável de quanto tempo os serviços irão durar, ou seja, quando irão iniciar e acabar, e de quanto irão custar, possibilitando que se tenha um bom controle e planejamento da obra.

Segundo González (2007) os cronogramas são a programação temporal da obra relacionada aos aspectos físicos e financeiros. No cronograma físico as diversas etapas de execução da obra são distribuídas no prazo total, com definição de data para início e fim de cada uma delas.

Um dos mais conhecidos instrumentos utilizados para o planejamento de obras é o cronograma físico-financeiro, este apresenta a sequência de atividades a serem realizadas em um determinado período e data, associadas ainda à quantia de recursos a ser utilizada, de forma a permitir a visualização da duração das diversas atividades e a inter-relação entre elas, bem como os recursos financeiros necessários para o alcance das metas estabelecidas. (XAVIER, 2008)

Para Mattos (2010), elaborar o cronograma consiste em organizar as informações e programações, de forma que a obra tenha um cronograma racional e exequível, levando-se em consideração os quantitativos, as produtividades, as equipes disponíveis, a influência da pluviosidade local etc.

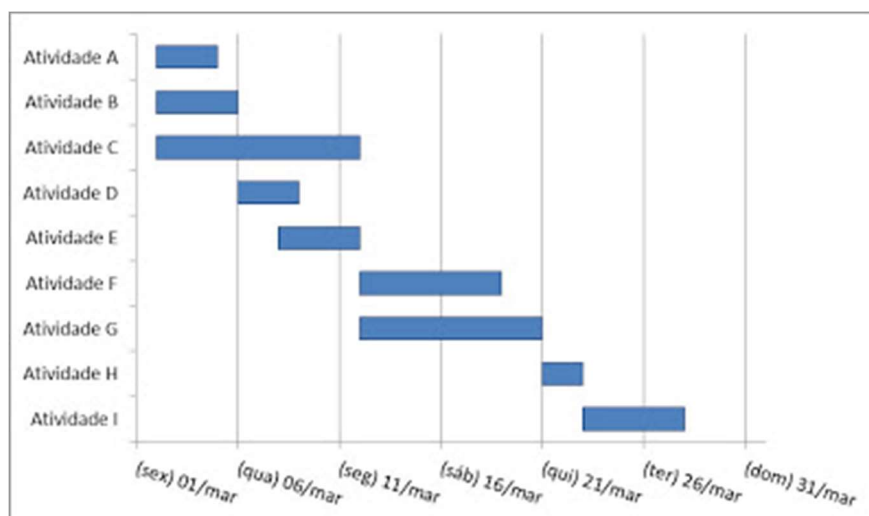
O principal objetivo do cronograma é fornecer informações confiáveis para o controle da obra. Ele permite, por exemplo, que o construtor se antecipe sobre a necessidade de contratar mais funcionários e aumentar a equipe com a intenção de atender aos prazos. Para sua elaboração devem ser conhecidos a quantidade de todos os serviços, o prazo para a execução da obra, os custos para cada item dos serviços, a disponibilidade financeira e a quantia a ser desembolsada mensalmente, a metodologia do trabalho e os caminhos críticos. (XAVIER, 2008)

O cronograma é uma das principais ferramentas do planejamento no dia a dia da obra, e é com base nele que o gerente toma importantes providências como programar as atividades das diferentes equipes, fazer pedidos de compras, alugar equipamentos, medir a evolução das atividades, monitorar atrasos ou adiantamentos e, quando for o caso, replanejar a obra visando atender ao prazo. (MATTOS, 2010)

No ramo da construção civil são utilizados basicamente dois métodos para o cronograma físico: o Gantt, ou cronograma de barras, e o PERT/CPM, ou cronograma de rede. Juntamente a estes é feito um cronograma financeiro, que apresenta a previsão de desembolso em cada período. (GONZÁLEZ, 2007)

O gráfico de Gantt é um diagrama simples no qual ao lado de cada atividade consta uma barra que representa sua duração, bem como seu início e término. A figura a seguir é um exemplo de gráfico de Gantt.

Figura 2 – Representação de um gráfico de Gantt



Fonte: Msoexcel (2013).

Este cronograma torna-se uma importante ferramenta de controle, sendo bastante fácil de ser lido e interpretado e apresentando de maneira simples e rápida a posição relativa das atividades ao longo do tempo. Podem ser citados como pontos negativos os fatos de não possibilitar a visualização da ligação entre as atividades, não considerar as folgas e não apresentar o caminho crítico. (MATTOS, 2010)

O diagrama de redes é a representação gráfica das atividades, levando em conta as dependências entre elas, ou seja, as informações de duração e sequenciação são transformadas em um diagrama, uma malha de flechas ou blocos. (MATTOS, 2010)

Para Xavier (2008), apesar de o diagrama de redes mostrar com clareza os serviços a serem executados, bem como a relação entre eles, a duração, término e início e apresentar fácil visualização, ele não tem muita praticidade por tornar-se muito extenso em termos de apresentação devido a seu formato.

Em 1957, os matemáticos Morgan Walker e James Kelley investigaram a maneira mais eficiente de se obter prazos reduzidos nos projetos de engenharia, eles

sabiam que acelerar todas as atividades do projeto não era a melhor opção e desconfiavam que o centro do problema seria encontrar as atividades certas para acelerar sem impactar de forma significativa nos custos. Assim, Walker e Kelley batizaram essas atividades de “cadeia principal” o que posteriormente veio a ser chamado de “caminho crítico” e que seria a base do Critical Path Method - CPM (Método do Caminho Crítico). No mesmo ano, a Marinha Americana em parceria com empresas para planejamento e controle do Projeto Polaris, cujo foco era o desenvolvimento de um míssil balístico, desenvolveu o Program Evaluation and Review Technique – PERT (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas). O Polaris era um projeto extremamente complexo, e com a previsão de duração de sete anos. Com o PERT a Marinha o executou em apenas quatro anos. Os criadores do PERT empregaram a ideia de durações probabilísticas, atribuindo para cada atividade uma duração otimista, uma pessimista e uma mais provável. No PERT é que surge o termo “caminho crítico”, ainda que o CPM é que o tenha incorporado ao nome. (MATTOS, 2010)

O PERT e o CPM são instrumentos adequados para a análise da interdependência das atividades. Ambos são muito parecidos, o que os diferencia é que no PERT são predominantes esquemas probabilísticos, enquanto no CPM são predominantes esquemas determinísticos, mas as técnicas são praticamente as mesmas, por isso são usualmente denominadas PERT/CPM. (WACHA; SILVA, 2014)

Existem dois métodos de construção de um diagrama de rede: o método das flechas e o método dos blocos. Ambos produzem o mesmo resultado diferenciando-se pelas regras para desenhar o diagrama. No método das flechas as atividades são representadas por flechas que ligam eventos ou instantes de projetos, já no método dos blocos, as atividades são representadas por blocos e unidas por setas com a única intenção de definir a ligação entre elas. (MATTOS, 2010)

Antes de montar o cronograma, alguns passos devem ser seguidos para garantir sua eficiência. Primeiramente, devem ser listadas todas as atividades a serem realizadas e definida a EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de forma a facilitar a posterior montagem do cronograma. As atividades devem então ser relacionadas de forma que exista uma sequência entre elas, apresentando na estrutura quais delas tem uma relação de dependência com outras. Devem ser consideradas as atividades que começam após o término de outras, as que devem ser iniciadas juntas, as que precisam ser finalizadas juntas e as atividades que necessitam mais tempo para

serem concluídas. Em seguida, deve ser mensurado o tempo das atividades, o que pode ser feito baseado em estimativas análogas (obras semelhantes realizadas pela empresa anteriormente), em opiniões especializadas em cada área, ou em índices de produtividade. Ao término deste dimensionamento, o resultado deve ser analisado e comparado ao prazo disponível, momento em que pode ser necessário ajustar os tempos das atividades, por exemplo, aumentando equipes específicas, com a finalidade de atendê-lo. Outro importante ponto a ser considerado é a quantidade de despesas em cada etapa, procurando garantir que a quantidade de recursos aplicado em cada atividade não ultrapasse o ponto ótimo de produtividade. (90TI, 2020)

2.1.4. Acompanhamento e Fiscalização

A fiscalização de obras é uma das etapas mais importantes para a boa execução de obras públicas, quando bem realizada, evidencia a legalidade e legitimidade dos atos praticados, a economia aos cofres públicos e a prevenção de danos ao erário. A sistemática da fiscalização é formada por em um conjunto de atividade técnico-administrativas e contratuais com a finalidade de garantir que a implementação de um empreendimento obedeça às especificações, ao projeto, aos prazos estabelecidos e às demais obrigações previstas em contrato. (BRASIL, 2017)

A atividade de fiscalização nas obras públicas é complexa e deve ser realizada de modo sistemático. O papel do fiscal consiste em verificar se as exigências contratuais estão sendo cumpridas, tendo este, o poder de determinar o que for necessário à regularização de faltas ou defeitos, além de atestar os serviços executados para fins de medição e pagamento. Essa atividade demanda o constante acompanhamento quantitativo e qualitativo da execução dos serviços, sempre baseando-se no projeto e seus componentes, como o orçamento, cronograma e especificações técnicas, por isso, quando os projetos são mal elaborados, os encarregados da fiscalização acabam assumindo tarefas que não deveriam ser suas, como buscar soluções e adaptações no projeto. (FARIAS, 2016)

A Lei 8.666/93 define o papel da fiscalização no seu art. 67:

“Art. 67. A execução do contrato deverá ser acompanhada e fiscalizada por um representante da Administração especialmente designado, permitida a contratação de terceiros para assisti-lo e subsidiá-lo de informações pertinentes a essa atribuição.

§ 1º O representante da Administração anotará em registro próprio todas as ocorrências relacionadas com a execução do contrato, determinando o que for necessário à regularização das faltas ou defeitos observados.

§ 2º As decisões e providências que ultrapassarem a competência do representante deverão ser Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar Licitações e Obras Públicas 27 solicitadas a seus superiores em tempo hábil para a adoção das medidas convenientes". (BRASIL, 1993)

No caso de obras públicas, segundo o TCU (BRASIL, 2014), o contratante deverá manter desde o início dos serviços até o recebimento definitivo, profissional ou equipe de fiscalização composto por profissionais habilitados, que deverão ter experiência técnica necessária ao controle e fiscalização dos serviços e com o tipo de obra que está sendo executada, podendo ser servidores do órgão da administração ou pessoas contratadas para esta finalidade. Ressalta-se que o fiscal designado para fiscalizar a execução do contrato deve ser diferente dos que compuseram a comissão de licitação, respeitando-se o princípio de segregação das funções, conforme Acórdão n. 1.997/2006, 1ª Câmara (BRASIL, 2006).

De forma semelhante, para obras em geral, a NBR 12722/1992 - Discriminação de serviços para construção de edifícios, determina que a fiscalização deve ser exercida de forma permanente ou periódica, por profissional habilitado, que represente os interesses do proprietário da obra, a satisfação por parte do construtor, todas as prescrições existentes no projeto e disposições contratuais em vigor. A norma cita ainda que, pelo menos na parte de atendimento às disposições dos projetos, esta fiscalização deve ser exercida preferencialmente pelos autores dos projetos. (ABNT, 1992)

A NBR 12722/1992 - Discriminação de serviços para construção de edifícios (ABNT, 1992) aponta, não como atividades obrigatórias, mas como serviços que podem ocorrer, inerentes à fiscalização, os seguintes:

- a) manter, sempre que necessário, contato com os autores dos projetos (arquitetônico, estrutural e das instalações) e o construtor, a fim de se inteirar das medidas técnicas e administrativas adotadas para a perfeita construção da edificação, recebendo para esse fim a documentação necessária;
- b) acompanhar o controle tecnológico do material empregado nos diferentes serviços, em face das determinações contidas nas especificações;
- c) verificação da fiel observância de todos os projetos por parte do construtor;
- d) acompanhar o andamento dos serviços da obra e comparação destes com os cronogramas;
- e) acompanhar a relação dos subempreiteiros e de mão-de-obra;
- f) fiscalizar e verificar a eficiência das medidas de segurança empregadas pelo construtor;

- g) conhecer as ocorrências através de leitura do livro de ocorrência da obra;
- h) elaboração de relatórios periódicos sobre o andamento da obra;
- i) manter contato com o construtor, a fim de tomar conhecimento dos problemas surgidos no decorrer da obra.

Apesar de a norma não listar esses serviços sob a forma de obrigatoriedade, a fiscalização de obras públicas é resultado de uma exigência legal e seria esperado que os requisitos para seu desempenho fossem regulamentados pela Administração Pública (MATOS, 2016). Essa regulamentação é feita mediante a Portaria nº 2.296, de 23 de julho de 1997, do já extinto Ministério da Administração e Reforma do Estado, estabelecendo em seu art. 1º como exigências mínimas de aceitabilidade na construção, manutenção e demolição de edifícios públicos a cargo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema de Serviços Gerais - SISG, as práticas de projeto, construção e manutenção de edifícios públicos federais, devidamente atualizadas, constantes do Anexo a esta Portaria. (BRASIL, 1997)

Como anexo da referida portaria consta o Manual de Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP, que estabelece as diretrizes gerais para a Fiscalização de serviços e obras de construção, complementação, reforma ou ampliação de uma edificação ou conjunto de edificações e lista uma série de atividades que devem ser realizadas pela fiscalização:

- a) manter um arquivo completo e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos, incluindo o contrato, Caderno de Encargos, orçamentos, cronogramas, caderneta de ocorrências, correspondência, relatórios diários, certificados de ensaios e testes de materiais e serviços, protótipos e catálogos de materiais e equipamentos aplicados nos serviços e obras;
- b) analisar e aprovar o projeto das instalações provisórias e canteiro de serviço apresentados pela Contratada no início dos trabalhos;
- c) analisar e aprovar o plano de execução e o cronograma detalhado dos serviços e obras a serem apresentados pela Contratada no início dos trabalhos;
- d) obter da Contratada o Manual de Qualidade contendo o Sistema de Gestão de Qualidade e verificar a sua efetiva utilização;
- e) promover reuniões periódicas no canteiro de serviço para análise e discussão sobre o andamento dos serviços e obras, esclarecimentos e providências necessárias ao cumprimento do contrato;
- f) esclarecer ou solucionar incoerências, falhas e omissões eventualmente constatadas nos desenhos, memoriais, especificações e demais elementos de projeto, bem como fornecer informações e instruções necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos;
- g) solucionar as dúvidas e questões pertinentes à prioridade ou sequência dos serviços e obras em execução, bem como às interferências e interfaces dos trabalhos da Contratada com as atividades de outras empresas ou profissionais eventualmente contratados pelo Contratante;

- h) promover a presença dos Autores dos projetos no canteiro de serviço, sempre que for necessária a verificação da exata correspondência entre as condições reais de execução e os parâmetros, definições e conceitos de projeto;
- i) paralisar e/ou solicitar o refazimento de qualquer serviço que não seja executado em conformidade com projeto, norma técnica ou qualquer disposição oficial aplicável ao objeto do contrato;
- j) solicitar a substituição de materiais e equipamentos que sejam considerados defeituosos, inadequados ou inaplicáveis aos serviços e obras;
- k) solicitar a realização de testes, exames, ensaios e quaisquer provas necessárias ao controle de qualidade dos serviços e obras objeto do contrato;
- l) exercer rigoroso controle sobre o cronograma de execução dos serviços e obras, aprovando os eventuais ajustes que ocorrerem durante o desenvolvimento dos trabalhos;
- m) aprovar partes, etapas ou a totalidade dos serviços executados, verificar e atestar as respectivas medições, bem como conferir, vistar e encaminhar para pagamento as faturas emitidas pela Contratada;
- n) verificar e aprovar a substituição de materiais, equipamentos e serviços solicitada pela Contratada e admitida no Caderno de Encargos, com base na comprovação da equivalência entre os componentes, de conformidade com os requisitos estabelecidos no Caderno de Encargos;
- o) verificar e aprovar os relatórios periódicos de execução dos serviços e obras, elaborados de conformidade com os requisitos estabelecidos no Caderno de Encargos;
- p) solicitar a substituição de qualquer funcionário da Contratada que embarace ou dificulte a ação da Fiscalização ou cuja presença no local dos serviços e obras seja considerada prejudicial ao andamento dos trabalhos;
- q) verificar e aprovar os desenhos “como construído” elaborados pela Contratada, registrando todas as modificações introduzidas no projeto original, de modo a documentar fielmente os serviços e obras efetivamente executados. (BRASIL, 1997b)

Este manual fica disponível no Portal de Compras do Governo Federal, na aba Centrais de Conteúdo / Manuais. Neste espaço estão disponíveis uma série de manuais com orientações sobre práticas e formas de gestão em licitação e contratos, com o objetivo de proporcionar aos gestores instrumentos para suporte na execução de suas tarefas. (BRASIL, 2020)

O Tribunal, de Contas da União (TCU) publicou a cartilha “Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas” destinada a oferecer orientação aos órgãos e entidades da Administração Pública quanto aos procedimentos a serem adotados na execução de obras, desde a licitação até a construção, passando pela elaboração de projetos e pela respectiva fiscalização. Nesta publicação o TCU faz referência ao Manual de Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP, validando como atribuições da fiscalização de uma obra pública, a listagem não-exaustiva, elencada neste, destacando ainda as

recomendações que o mesmo manual faz a respeito de como deve ocorrer a comunicação entre a fiscalização e a contratada. (BRASIL, 2014)

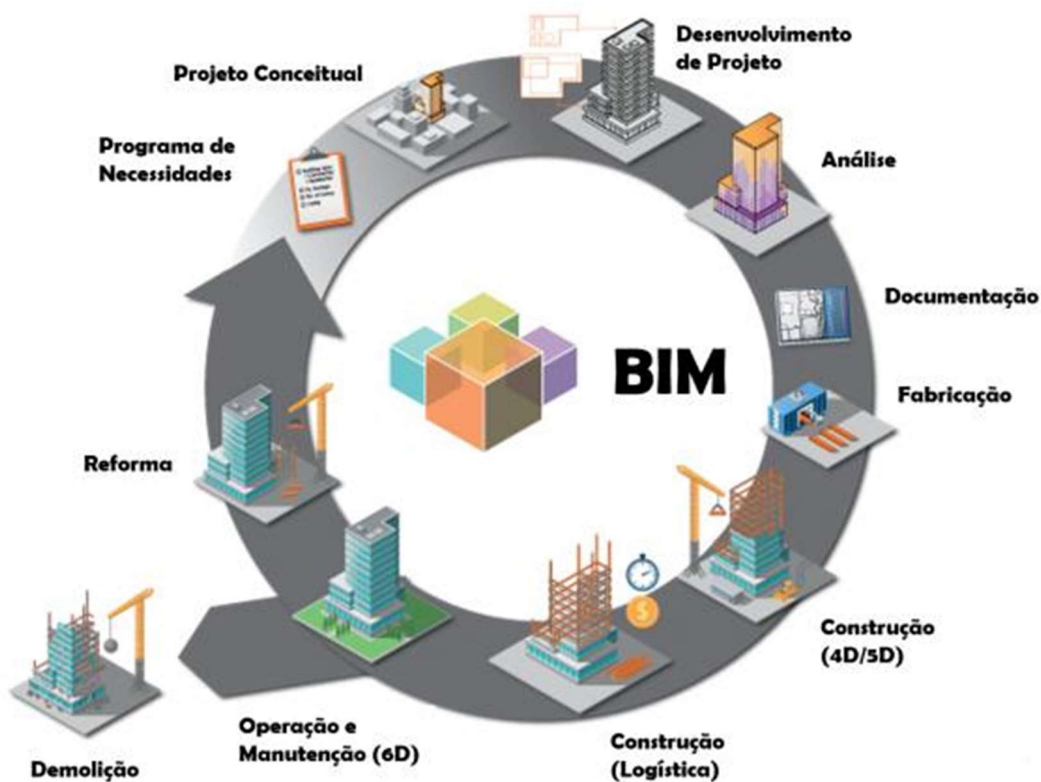
2.2. A metodologia BIM para obras e serviços de engenharia

2.2.1. Definição de BIM

BIM é um processo crescente que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso às diversas informações sobre uma edificação construída ou que se deseja construir, usar e manter. Uma plataforma de informações que atende todo o ciclo de vida de um ambiente construído. (CATELANI, 2016)

Para o National Institute of Building Sciences – NIBS, BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de conhecimento compartilhado que fornece informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para auxiliar a tomada de decisões durante todo seu ciclo de vida, definido desde sua concepção até a demolição.

Figura 3 – Ciclo de vida das edificações - BIM

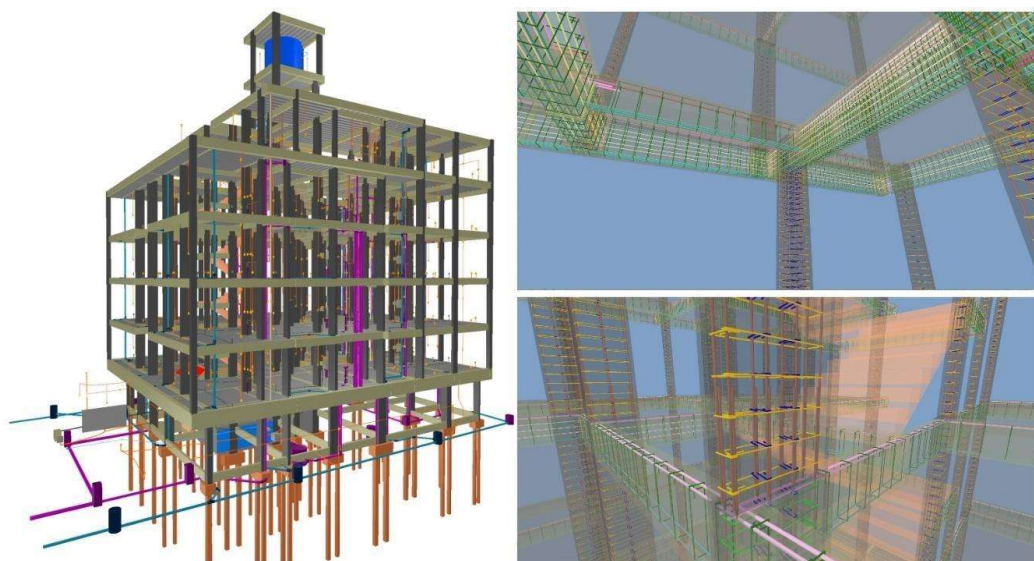


Fonte: Defesanet (2020).

Carvalho (2018), define o BIM como uma metodologia de projeto, com foco na construção civil, que usa de diversas ferramentas computacionais integradas e visa criar um modelo virtual preciso do empreendimento e automatizar o uso das informações desse modelo.

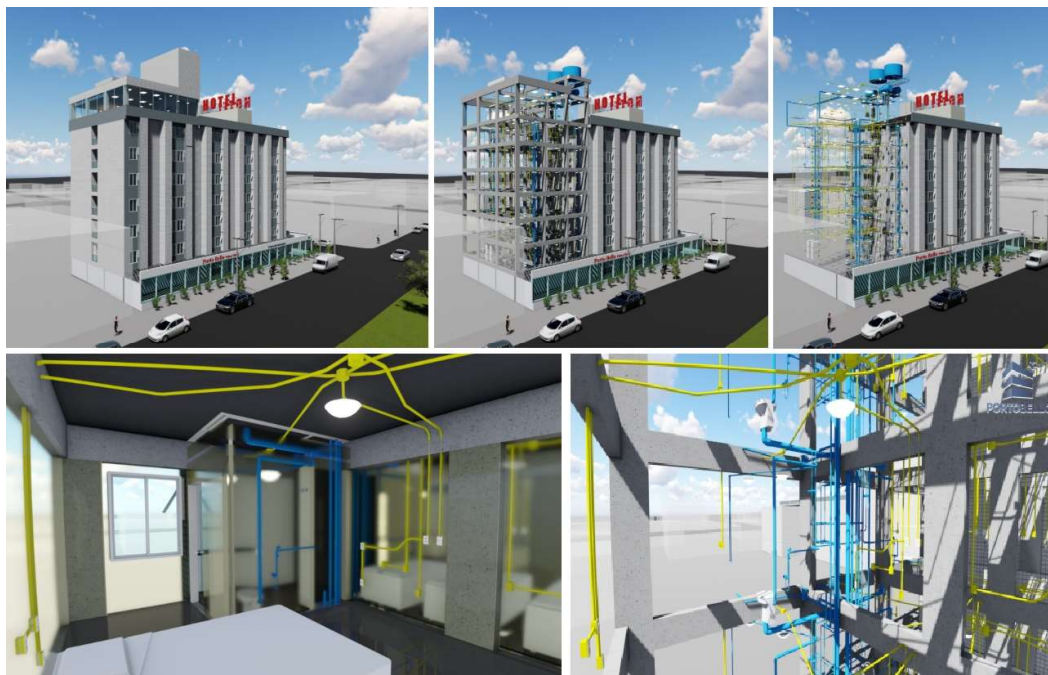
Outra definição de BIM é feita pelo professor americano Chuck Eastman, para Eastman (2008), através da tecnologia BIM é criado um modelo virtual preciso de uma edificação, contendo a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a execução da construção. Além disso, o BIM incorpora funções necessárias para modelar o ciclo de vida da edificação, e proporciona uma base para novas capacidades da construção bem como modificações nos papéis e relacionamentos das equipes envolvidas. Quando implementado corretamente o BIM torna o processo de projeto e construção mais integrado, resultando em construções de melhor qualidade com custos e prazos reduzidos.

Figura 4 – Exemplo 01 de modelo BIM



Fonte: Madre Engenharia (2020).

Figura 5 – Exemplo 02 de modelo BIM



Fonte: Porto Bello Engenharia (2020).

Menezes (2011), enfatiza que bem diferente de um simples modelador 3D, a plataforma BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na produção de um modelo virtual preciso, envolto por uma base de dados contendo diversas informações como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão das fases da construção, entre outras.

Eastman (2008), destaca ainda que é importante descrever as soluções de modelagem que não utilizam a tecnologia BIM. São elas, as ferramentas que criam tipos de modelos: 3D mas sem atributos de objetos, utilizados apenas para visualizações gráficas mas que não possuem inteligência ao nível do objeto, ou seja não fornecem suporte para integração de dados; Modelos sem suporte para comportamento, que definem objetos, mas não podem ajustar seu posicionamento ou proporções por não utilizarem inteligência paramétrica; Modelos compostos de múltiplas referências a arquivos CAD 2D que devem ser combinados para definir a construção; e Modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista e não reflete automaticamente essas modificações nas demais vistas.

2.2.2. Dimensões BIM

A partir da modelagem virtual com o uso da tecnologia BIM diversas atividades baseiam-se nas informações inseridas neste modelo para a melhora do processo de trabalho e da confiabilidade dos resultados que auxiliam as tomadas de decisão em projeto e construção de edifícios (RICOTTA, 2016). À medida que o projeto progride, essas informações tornam-se cada vez mais detalhadas. As dimensões do BIM se referem à forma pela qual os tipos específicos de dados são vinculados ao modelo e baseado nessas informações é que são fornecidos dados como as principais etapas da construção, como será entregue, quanto será o orçamento e como a edificação deverá ser mantida. (BÁRBARA CRISTINA BLANK GARIBALDI, 2020)

Figura 6 – As sete dimensões do BIM



Fonte: Bárbara Cristina Blank Garibaldi (2020).

Comumente ouve-se falar de sete dimensões reconhecidas para o BIM, porém, atualmente existem autores definindo até a décima dimensão.

Figura 7 – Dez dimensões do BIM



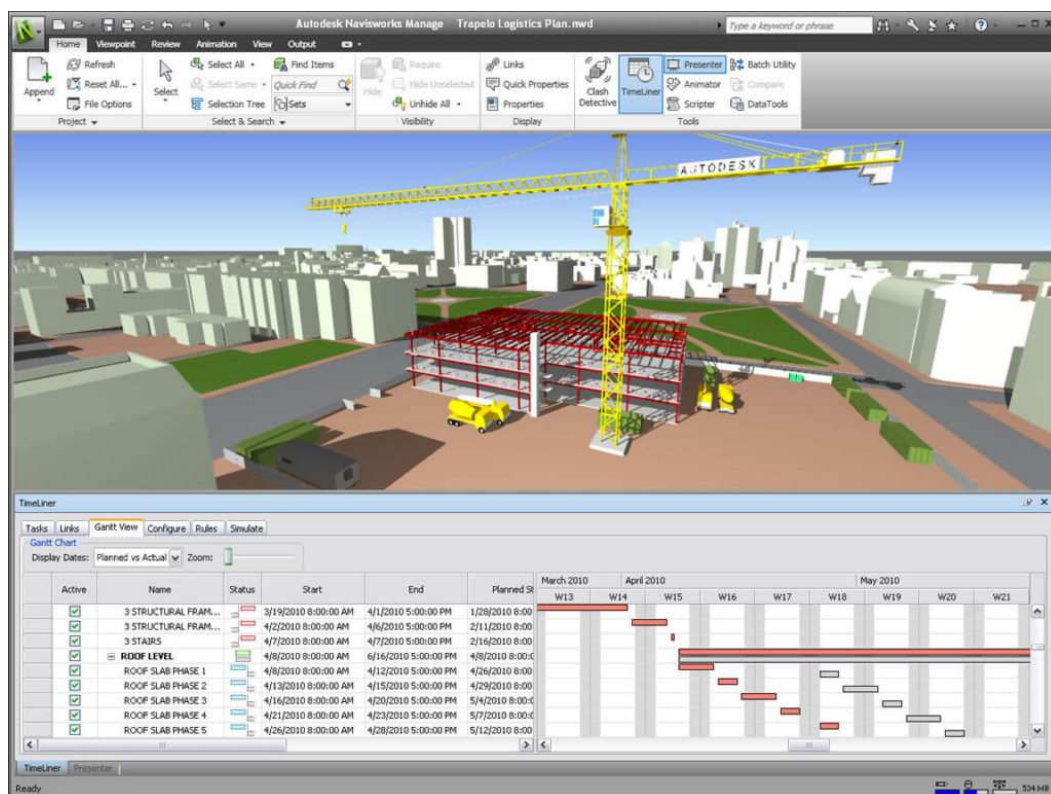
Fonte: Darós (2019).

O 2D no BIM nada mais é que a evolução da metodologia CAD, no qual as plantas, cortes e elevações são também geradas, porém todas automatizadas, de forma que uma alteração no modelo 3D altera automaticamente cada uma das vistas 2D e vice-versa. (MARTINA KRONA, 2016)

O 3D, definido como o modelo, consiste na modelagem tridimensional de todos os elementos que compõem o projeto dentro de um mesmo ambiente virtual, acrescentando as informações de índices e especificações técnicas dos diversos elementos da edificação, de forma a possibilitar a determinação das respectivas dimensões, posicionamentos, relatórios de quantitativos bem como realizar a checagem de interferências entre as disciplinas. (CADERNO BIM, 2018)

Já o Bim 4D adiciona a variável tempo ao projeto, possibilitando incorporar ao modelo informações sobre cronograma da obra, sequência e fases de implementação. O BIM 4D não só permite a visualização mais fácil do progresso da obra, como permite um controle mais preciso sobre os prazos de execução, isso devido à possibilidade de explorar diversos caminhos de execução da obra, alternando métodos e sistemas construtivos com a finalidade de alcançar o melhor resultado. (FELLER, 2019)

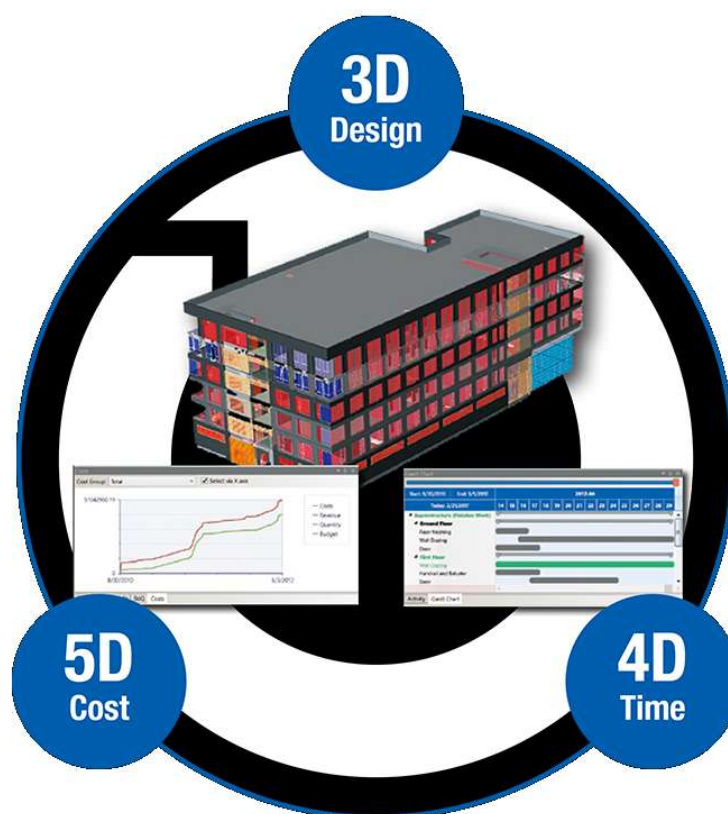
Figura 8 – BIM 4D: planejamento de projeto no Navisworks



Fonte: Darós (2019).

Após vincular o planejamento ao modelo, com o sequenciamento de tarefas e prazos, a próxima etapa é a orçamentação, ou BIM 5D. Através de composições com a utilização de códigos dos sistemas de orçamento, como TCPO e SINAPI, e baseado nos quantitativos extraídos do modelo, essa dimensão permite adicionar informações dos custos da obra aos elementos modelados, possibilitando ao orçamentista, ou gestor financeiro, simular diversos cenários, da obra completa ou de etapas específicas, de forma a antecipar informações relevantes para a tomada de decisões. (GONÇALVES JUNIOR, 2019)

Figura 9 – Ciclo das informações entre o BIM 3D, 4D e 5D



Fonte: Darós (2019).

O BIM 6D, focado na sustentabilidade, ajuda a realizar análises de energia e consumo. A utilização desta dimensão pode gerar estimativas de energia mais completas e precisas no início do processo de projeto, além de permitir a medição e verificação durante a execução permitindo melhores escolhas de instalações de alto desempenho. Nesta etapa, pode-se associar o BIM ao Green Building, chamado por alguns autores de Green BIM. (SOUSA, 2015)

Figura 10 – Cidade sustentável e não sustentável



Fonte: Darós (2019).

O BIM 7D traz a análise do ciclo de vida do projeto e a gestão das instalações, permitindo o controle da garantia dos equipamentos, planos de manutenção, dados de fabricantes e fornecedores, custos de operação e até mesmo fotos. Esta dimensão permite aos gestores rastrear dados importantes como o status de componentes, especificações, manuais de operação, datas de garantias, entre outros. (FELLER, 2019)

Darós (2019), define as dimensões 8D, 9D e 10D. A dimensão 8D, diz respeito à segurança e prevenção de acidentes no campo de trabalho. São considerados aspectos como a determinação dos riscos no modelo, sugestões de segurança para perfis de alto risco e proposição de controle de riscos e de segurança do trabalho. O BIM 9D introduz ao modelo a mentalidade Lean Construction, visando minimizar desperdícios e aumentar a produtividade. Por fim, o BIM 10D trata-se da construção industrializada. O objetivo final dos 10 Ds, é alinhar todos os agentes que participam do ciclo de vida de um edifício ou de uma infraestrutura, para chegar ao estágio de construção industrializada, logo, todas as dimensões têm como objetivo comum a dimensão 10D, com a finalidade de industrializar e tornar o setor da construção civil mais produtivo.

Figura 11 – União das 10 dimensões do BIM para a construção



Fonte: Darós (2019).

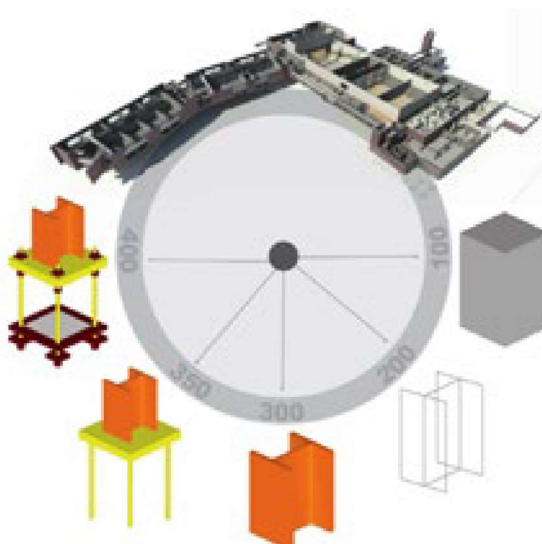
2.2.3. Níveis de desenvolvimento (LOD)

Os níveis de desenvolvimento do modelo, ou LOD (Level of Development), são uma classificação criada pela AIA (Instituto Americano de Arquitetura) para organizar as etapas e fases de um projeto em BIM. Quanto mais avançado é o LOD, maior a quantidade de informações inseridas no modelo, por isso é muito importante que essa característica seja definida e acordada entre o contratante e o projetista antes de se iniciar o projeto, tendo em vista que essa definição impacta diretamente em prazos e custos do projeto. (GONÇALVES JUNIOR, 2019)

No decorrer do desenvolvimento do projeto, os autores sabem qual o nível de desenvolvimento dos seus modelos, mas outras pessoas não. Um usuário diferente do autor de um modelo pode deduzir erroneamente que algumas informações já tenham sido definidas com precisão pelo autor. O LOD possibilita que o autor torne claro qual é a confiabilidade dos elementos existentes no modelo naquele determinado momento. Desta forma, no ambiente de trabalho colaborativo proporcionado pelo BIM, no qual diversos usuários utilizam informações extraídas de modelos gerados por outros autores, é fundamental a clara definição de qual o nível

de confiabilidade dos elementos, nos vários estágios do processo de projeto. (CATELANI, 2016)

Figura 12 – Cinco níveis diferentes do LOD de uma viga metálica



Fonte: Catelani, Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras (2016).

Catelani (2016) define os seis diferentes níveis de desenvolvimento LOD:

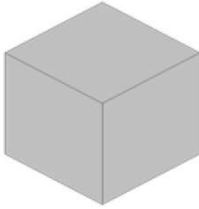
- a) LOD 100 – Os elementos do modelo podem ter uma representação gráfica genérica e as informações relacionadas aos elementos do modelo, como por exemplo o custo por metro quadrado, podem ser derivadas de outros elementos;
- b) LOD 200 – Os elementos do modelo podem ser representados graficamente como um sistema genérico, onde os objetos ou montagens têm tamanhos, formas, quantidades e orientações aproximadas. Informações não gráficas também podem ser adicionadas aos elementos;
- c) LOD 300 – Os elementos do modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Os objetos ou montagens têm tamanhos, formas, quantidades e orientações também específicas. Informações não gráficas também podem ser adicionadas aos elementos;
- d) LOD 350 – Os elementos do modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Os objetos ou montagens têm tamanhos, formas, quantidades, orientações e interfaces com outros

sistemas também específicos. Informações não gráficas também podem ser adicionadas aos elementos;

- e) LOD 400 – Os elementos do modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Os objetos ou montagens têm tamanhos, formas, quantidades e orientações com informações detalhadas sobre fabricação, montagem e instalação. Informações não gráficas também podem ser adicionadas aos elementos;
- f) LOD 500 – É verificada em campo a representação gráfica dos elementos do modelo em termos de tamanho, formas, localização, quantidade e orientações. Informações não gráficas também podem ser adicionadas aos elementos.

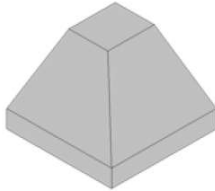
Ricotta (2016), tabelou os LOD, baseado na classificação do American Institute of Architects (100 Conceitos; 200 Aproximação; 300 Precisão; 400 Fabricação e 500 As Built.), descrevendo os níveis de informação dos elementos BIM para modelagem, parâmetros, quantitativos e análises para cada um dos cinco LOD, conforme figuras abaixo.

Figura 13– American Institute of Architects LOD 100

LOD 100 Conceito 	Modelagem ✓ Desenho 2D (planta, corte ou vista), utilizado para gerar modelo genérico de <i>detalhe de componente</i> ou <i>anotações</i>. ✓ 3D simples ou importado de softwares CAD. ✓ Geração de detalhes construtivos com base em desenhos já estabelecidos em softwares CAD.
	Parâmetros ✓ Não contém parâmetros adicionais e definições de materiais. ✓ Modelo não paramétrico.
	Quantitativos ✓ Somente contabiliza a quantidade e o custo de objetos inseridos no modelo por categorias e áreas majoritárias.
	Análises ✓ Somente o desenho 3D poderá ser utilizado para análise de <i>clash detection</i> e <i>plano de ataque a obra</i>.

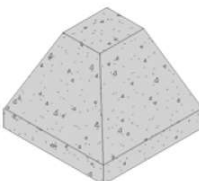
Fonte: RICOTTA (2016). Comparativo Entre O Processo Tradicional E O Processo Em Bim Para Desenvolvimento De Projetos De Edificações.

Figura 14 – American Institute of Architects LOD 200

LOD 200 Aproximação 	Modelagem ✓ Desenho 2D em planta, corte e vista utilizado para gerar modelo genérico de <i>detalhe de componente</i> que serão incluídos em uma família com a categoria correta do elemento. ✓ 3D com a representação genérica do elemento construído. ✓ Geração de detalhes construtivos através de <i>legendas</i> desenhadas no próprio arquivo de template.
	Parâmetros ✓ Não contém parâmetros adicionais e definições de materiais. ✓ Modelo com dimensões de altura, largura e comprimento editáveis.
	Quantitativos ✓ Somente contabiliza a quantidade e o custo de objetos inseridos no modelo por categorias e áreas majoritárias.
	Análises ✓ <i>Clash detection</i> e plano de ataque à obra.

Fonte: RICOTTA (2016). Comparativo Entre O Processo Tradicional E O Processo Em Bim Para Desenvolvimento De Projetos De Edificações.

Figura 15 – American Institute of Architects LOD 300

LOD 300 Precisão 	Modelagem ✓ 3D com a representação exata da forma do elemento construído, mas não contém detalhes de fabricação ou instalação. ✓ Geração de detalhes construtivos através de <i>legendas</i> desenhadas no próprio arquivo de template.
	Parâmetros ✓ Contém parâmetros adicionais de informação e visualização, parâmetros compartilhados e definições de materiais. ✓ Modelo com parametrização de dimensões de acordo com a necessidade do elemento em relação ao projeto. ✓ Podem ser adicionadas informações de identificação do elemento tais como o fabricante, o modelo, custo, assembly code, etc.
	Quantitativos ✓ As categorias e os custos do elemento podem ser compostos gerando uma tabela de quantitativos mais apurada. ✓ Os parâmetros compartilhados criados na família podem servir como base para a elaboração da tabela de quantitativos no projeto.
	Análises ✓ <i>Clash detection</i> e plano de ataque à obra.

Fonte: RICOTTA (2016). Comparativo Entre O Processo Tradicional E O Processo Em Bim Para Desenvolvimento De Projetos De Edificações.

Figura 16 – American Institute of Architects LOD 400

LOD 400 Fabricação 	Modelagem
	✓ 3D com a representação exata da forma de fabricação e instalação do elemento construído, a representação é para auxílio no desenvolvimento de detalhes.
	Parâmetros
	✓ Contém parâmetros adicionais de informação e visualização, parâmetros compartilhados e definições de materiais. ✓ Modelo com parametrização de dimensões de acordo com a necessidade do elemento em relação ao projeto. ✓ São adicionadas informações de identificação de fabricação do elemento tais como o fabricante, o modelo, custo, assembly code, etc.
	Quantitativos
	✓ As categorias e os custos do elemento podem ser compostos gerando uma tabela de quantitativos mais apurada. ✓ Os parâmetros compartilhados criados na família podem servir como base para a elaboração da tabela de quantitativos no projeto.
	Análises
	✓ <i>Clash detection</i> e plano de ataque à obra.

Fonte: RICOTTA (2016). Comparativo Entre O Processo Tradicional E O Processo Em Bim Para Desenvolvimento De Projetos De Edificações.

Figura 17 – American Institute of Architects LOD 500

LOD 500 As Built 	Modelagem
	✓ Modelo atualizado de acordo com projeto de As Built.
	Parâmetros
	✓ Parâmetros atualizados de acordo com projeto de As Built.
	Quantitativos
	✓ Quantitativos atualizados com os valores reais de gastos na obra.
	Análises
	✓ Elemento atualizado auxilia no gerenciamento de facilites do edifício construído.

Fonte: RICOTTA (2016). Comparativo Entre O Processo Tradicional E O Processo Em Bim Para Desenvolvimento De Projetos De Edificações.

A ABDI (2017), aponta como um ponto importante a diferenciação do nível de desenvolvimento (ND), ou LOD em inglês, do nível de detalhe, explicando que o primeiro reflete a confiabilidade que o modelo do elemento atingiu, ou seja, tem relação com a qualidade do processo decisório ligado à evolução do projeto. Já o segundo diz respeito ao volume de elementos gráficos e informações anexas que estão vinculados ao elemento. O nível de desenvolvimento abrange tanto o nível de detalhes quanto o nível de informação intrínsecos a um objeto.

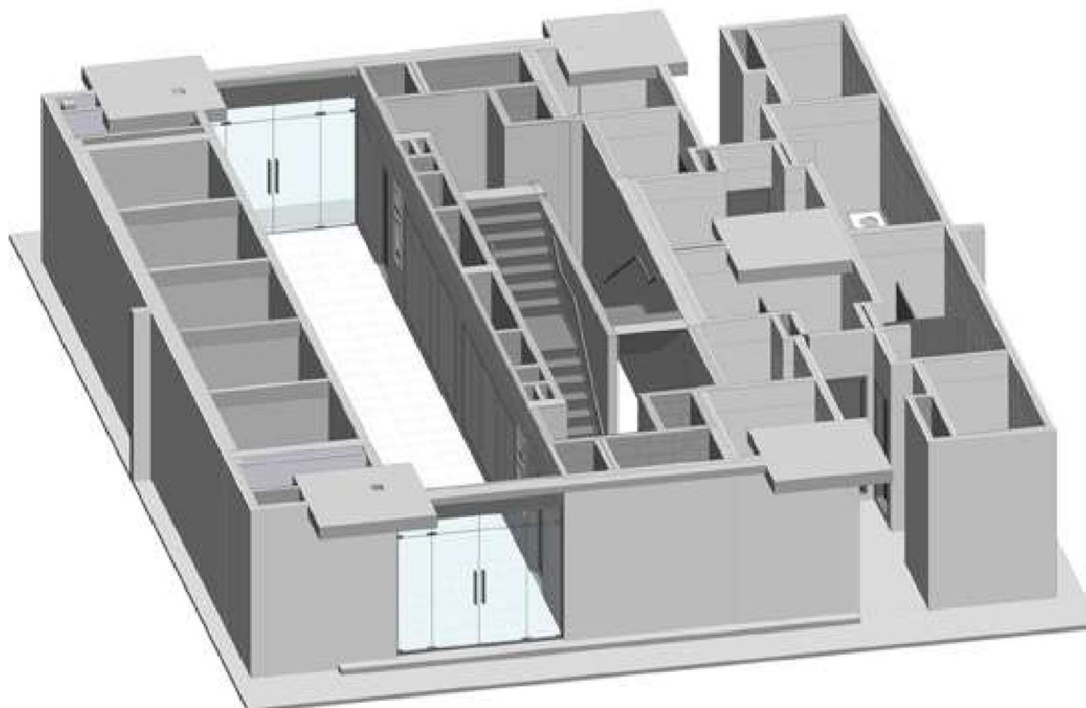
Os modelos em cada etapa de projeto não são compostos exclusivamente por elementos e componentes com o mesmo ND, podendo coexistir em um modelo componentes e elementos de variados ND. (ABDI, 2017)

Figura 18 – Exemplo de estudo de massa composto por elementos ND 200 e ND 100



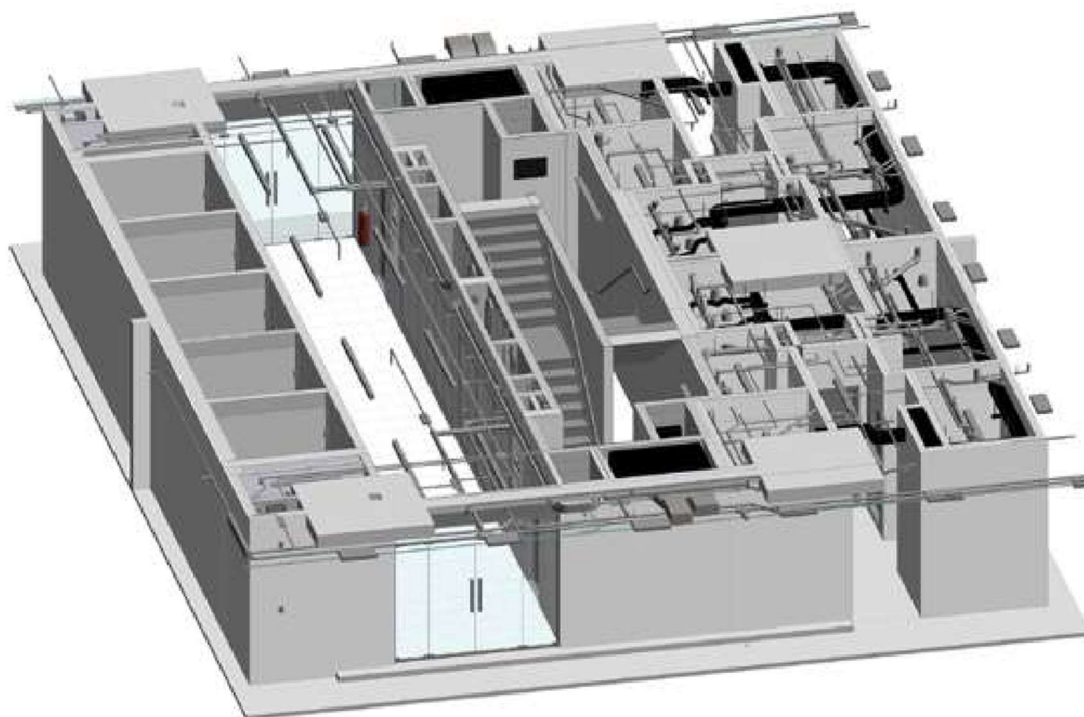
Fonte: Agência Brasileira De Desenvolvimento Industrial - ABDI-MDIC (2017). Coletânea GUIAS BIM.

Figura 19 – Exemplo de Estudo preliminar composto majoritariamente por elementos ND 200



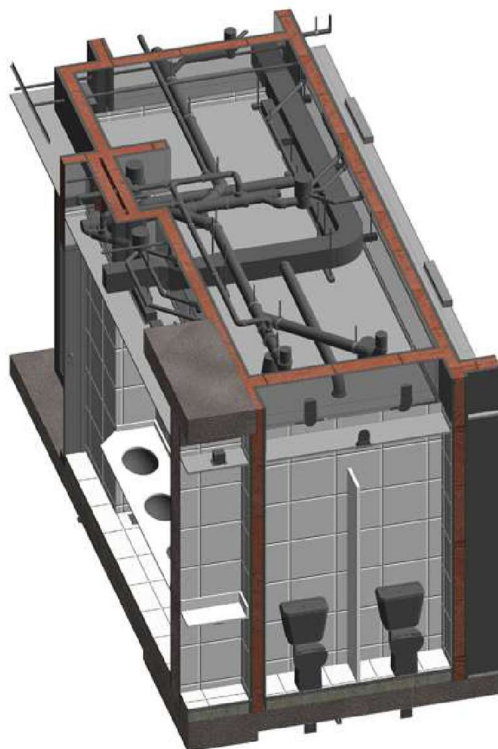
Fonte: Agência Brasileira De Desenvolvimento Industrial - ABDI-MDIC (2017). Coletânea GUIAS BIM.

Figura 20 – Modelo composto com elementos ND 300 ou 350



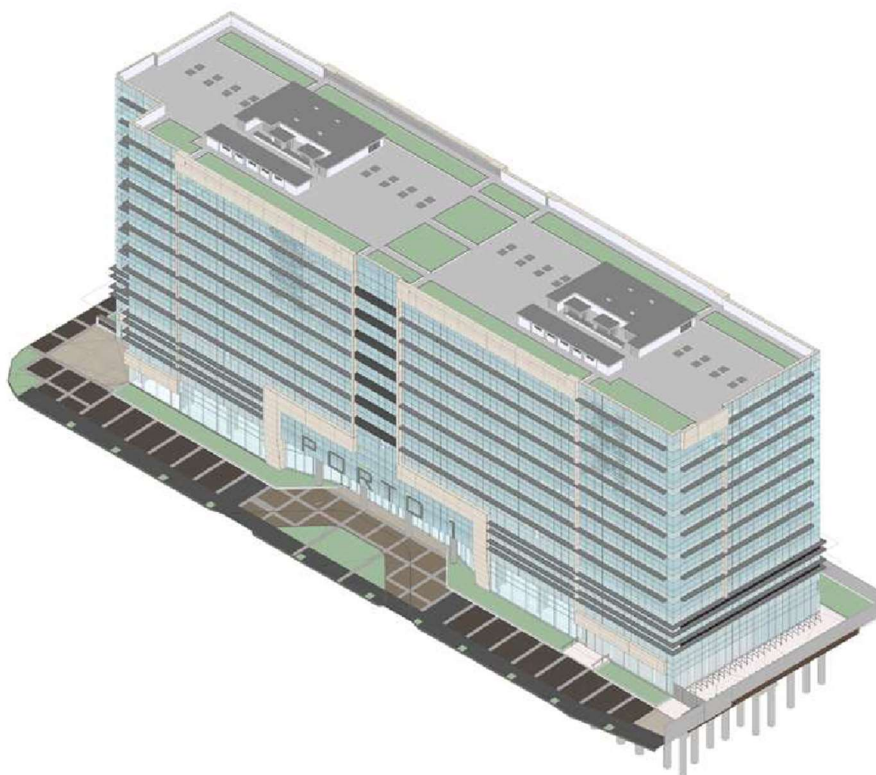
Fonte: Agência Brasileira De Desenvolvimento Industrial - ABDI-MDIC (2017). Coletânea GUIAS BIM.

Figura 21 – Conjunto de elementos ND 400



Fonte: Agência Brasileira De Desenvolvimento Industrial - ABDI-MDIC (2017). Coletânea GUIAS BIM.

Figura 22 – Modelo composto por dados de As Built ND 500



Fonte: Agência Brasileira De Desenvolvimento Industrial - ABDI-MDIC (2017). Coletânea GUIAS BIM.

2.2.4. Interoperabilidade e o *Industry Foundation Classes (IFC)*

Interoperabilidade é a habilidade que dois ou mais sistemas, componentes ou softwares possuem de se comunicar e trocar informações, fazendo uso dos dados compartilhados sem nenhum esforço especial por parte do usuário. (CATELANI, 2016)

A interoperabilidade no BIM é a capacidade de troca de informações entre os diversos softwares que utilizam esta tecnologia, de forma que um modelo desenvolvido em softwares de determinado fabricante possa interagir com um software de outro fabricante, levando consigo toda a geometria tridimensional e informações de projeto (RICOTTA, 2016). Este é o modo mais propício para que se possa abrir e analisar essas informações sem a necessidade dos softwares nativos utilizados por cada agente do projeto. (SANTA CATARINA, 2014)

Para que o setor da construção civil possa utilizar e desfrutar dos benefícios do BIM, as trocas de informações entre os diferentes operadores do projeto devem ser totalmente operacionalizadas. Desta forma, iniciando os trabalhos nesse sentido, em 1994, foi criada a *Industry Alliance for Interoperability*, um consórcio de 12 companhias

norte-americanas lideradas pela Autodesk, que em 1997 com o ingresso de outros membros da indústria passou a ser chamada de *International Alliance for Interoperability (IAI)*, uma organização sem fins lucrativos com a finalidade de promover o *Industry Foundation Class (IFC)* como um produto neutro de suporte a todo ciclo de vida da edificação, e por fim, em 2005 a IAI foi renomeada como buildingSMART, qualificando-se no uso do BIM e do IFC como promotores de formas mais inteligentes de trabalho. (MANZIONE, 2013)

O IFC não é um formato nativo de nenhum software, mas foi desenvolvido para viabilizar a interoperabilidade entre soluções desenvolvidas por diferentes empresas, bem como o trabalho colaborativo na plataforma BIM. Trata-se de um formato de arquivo de dados orientado a objetos 3D, aberto, público, neutro e padronizado que tem a finalidade de cobrir cada aspecto do projeto, contratação, fabricação, construção, montagem, operação e manutenção na indústria da construção civil. (CATELANI, 2016)

Figura 23 – Softwares diferentes podem se comunicar utilizando formato “neutro”, como o IFC



Fonte: Catelani, Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras (2016).

Para Eastman et al. (2011), o IFC foi desenvolvido para criar um amplo conjunto de dados consistentes da construção e permitir o intercâmbio entre softwares de diferentes fabricantes da indústria da AEC.

Manzione (2013), explica que o IFC surge como um modelo de dados tradução, em formato não proprietário, registrado como padrão ISO (International Organization for Standardization), sendo ele extensível e compreendendo informações que compreendem as diversas disciplinas que fazem parte de um edifício durante seu ciclo de vida, desde a concepção, projeto e construção, até a reforma ou demolição. (MANZIONE, 2013)

2.2.5. Compatibilização

De acordo com Costa (2013), em meados dos anos 60, devido ao aumento da demanda imobiliária, as empresas de projetos passaram a especializar-se em determinadas disciplinas, como arquitetura, estrutura e instalações. Com o passar do tempo os profissionais foram cada vez mais se especializando em suas disciplinas e afastando-se do total de condicionantes existentes no desenvolvimento das edificações. Em consequência disto, os projetos passaram a apresentar incompatibilidades que só eram percebidas durante a execução da obra. Com esta percepção, as empresas passaram a perceber a necessidade de contratar coordenadores de projetos ou equipes especiais, ocasionando aumento de custos.

Segundo Melhado (2005), o processo de projeto tradicional divide as diversas disciplinas que, reunidas, geram o produto final. Estas são divididas, de forma que os projetistas trabalham apenas em suas especialidades, sem a devida preocupação com a visão macro do projeto e os impactos que suas disciplinas têm nele, fazendo com que o produto final seja de baixa qualidade.

Para Mikaldo Jr. (2006), um dos principais motivos que fez surgir a necessidade da coordenação e compatibilização de projetos foi o crescente distanciamento entre as atividades de projeto e execução ao longo das últimas décadas.

A compatibilização de projetos, é a operação de gerenciar e integrar projetos relacionados com o objetivo de alcançar o perfeito ajuste entre eles e por consequência a obtenção dos padrões de controle de qualidade total da obra (SINDUSCON-PR, 1995 apud MIKALDO JR., 2006).

Segundo Graziano (2003), a compatibilização é o atributo do projeto no qual as componentes dos diversos sistemas ocupam espaços não conflitantes entre si, além da confiabilidade e consistência dos dados compartilhados até o fim do processo de projeto e obra.

De acordo com Callegari (2007) a compatibilização é a atividade de gerenciar e integrar os projetos das diversas disciplinas de determinada obra, objetivando o perfeito ajuste entre eles de forma a minimizar os conflitos existentes, tornando mais simples a execução, bem como otimizando e racionalizando os materiais, o tempo, a mão de obra e por fim a manutenção.

Na metodologia de compatibilização tradicional as empresas trabalham com a sobreposição de “layers” de diferentes disciplinas em um único arquivo no AutoCad,

ligando e desligando as “layers” dos sistemas a que se deseja avaliar, e identificando a olho nu as interferências (COSTA, 2013). Para Sousa (2010) a compatibilização de projetos através da superposição de plantas em 2D apresenta fortes limitações, devido à dificuldade de visualização das interferências em determinadas disciplinas, possibilitando a identificação apenas das incompatibilidades mais evidentes.

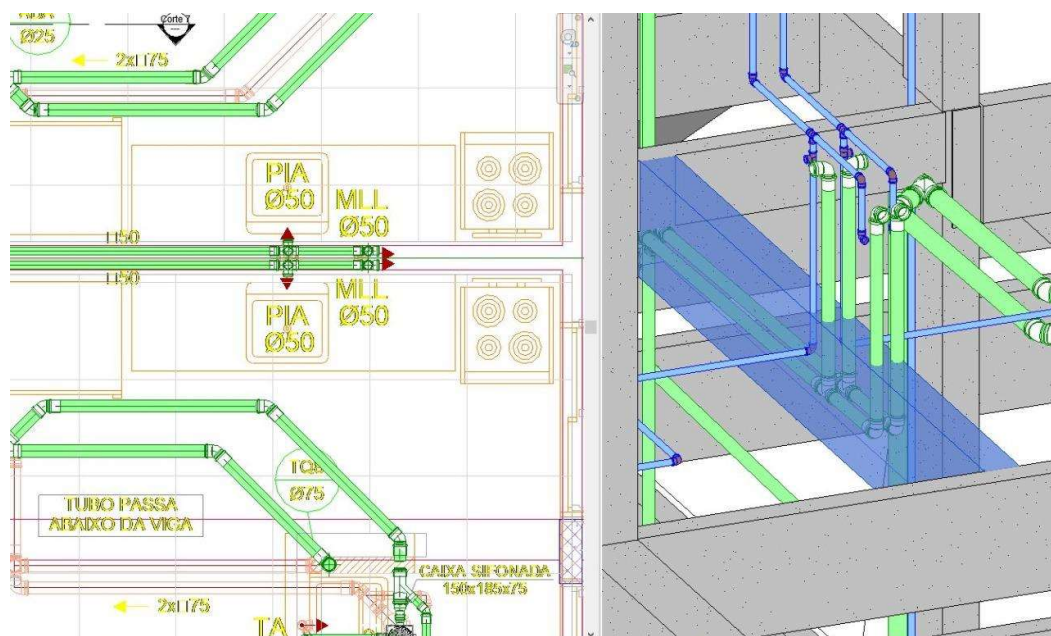
Para Lockhart e Johnson (2000), o processo de compatibilização é dinâmico e cíclico, repetindo-se das fases iniciais às finais, de forma que a compatibilização é parte intrínseca do próprio ato de projetar, realizando-se diversas repetições entre refinamento e análise.

Segundo Rosa (2018), o conceito de compatibilização intrínseco ao ato de projetar permite a concepção de novas formas de se compatibilizar, modificando inclusive a forma como se vê o processo de projeto de edificações. Este deixa de ser sequencial, passa a exigir a constante colaboração e troca de informação entre os envolvidos e passa a apresentar momentos claros e definidos nos quais o processo é interrompido para que haja a compatibilização de informações entre os diversos agentes, diluindo a compatibilização por todo o processo.

Anteriormente os projetos eram compatibilizados bidimensionalmente, com a sobreposição de “layers”. Depois passou-se a ter disponíveis os recursos da tridimensionalidade, porém esta ainda era utilizada apenas na modelagem de sistemas de instalações e estrutura. Já com o advento do BIM, não só os projetos de instalações e estrutura são modelados tridimensionalmente, mas também a própria arquitetura. (COSTA, 2013)

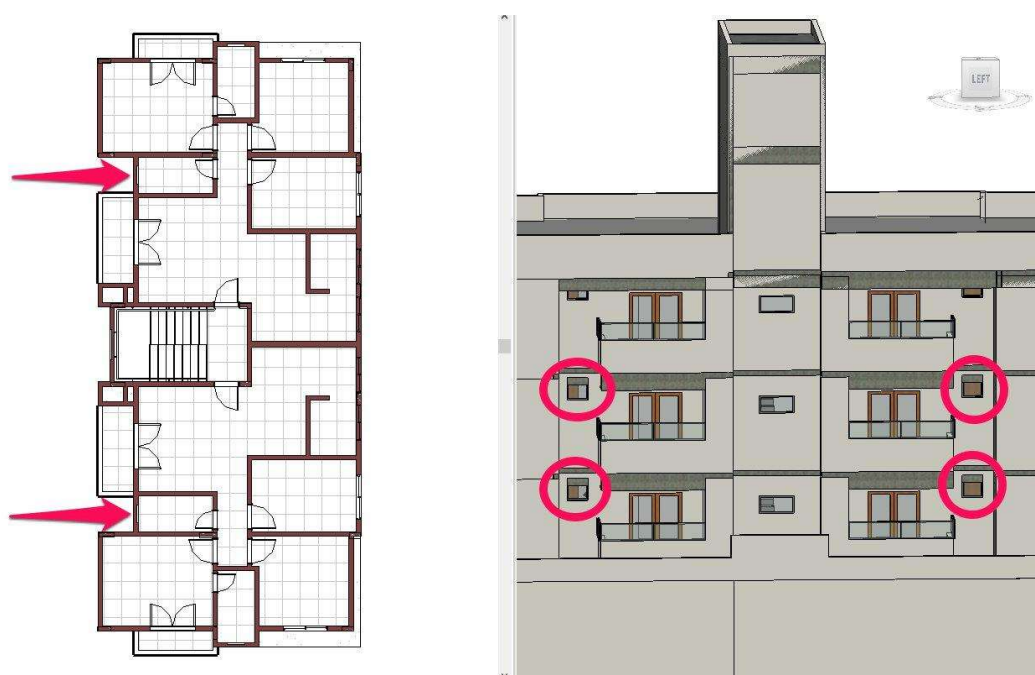
O BIM pode ser uma ferramenta extremamente importante para eliminar erros no início do projeto e determinar métodos de construção e melhor custo benefício. Como ferramenta de compatibilização, todos os sistemas e componentes são modelados em 3D, possibilitando uma identificação mais fácil dos conflitos geométricos entre os diversos elementos da construção. (COSTA, 2013)

Figura 24 – Conflitos entre tubulações e vigas



Fonte: Autor.

Figura 25 – Conflito entre vigas e janelas dos banheiros



Fonte: Autor.

O software NavisWorks é uma das ferramentas BIM utilizadas na compatibilização, ele permite maior coordenação, simulação de construção e análise de todo o projeto, permitindo que projetistas e profissionais da construção combinem dados e projetos em um único modelo, facilitando a identificação de conflitos e interferências entre as disciplinas e auxiliando às tomadas de decisões e soluções. (AUTODESK, 2020)

2.2.6. Levantamento de quantitativos e orçamentação

O método de obtenção do custo de uma construção está diretamente ligado ao estágio de detalhamento do projeto, ao tempo disponível para análise e à sua finalidade de uso. No entanto, os métodos habitualmente irão envolver análises de dados históricos de projetos anteriores, que abrangem as composições, quantitativos e as relações entre as variáveis geométricas. (PARISOTTO, 2003)

Segundo Santos et al. (2014), diversos autores apresentam definições e a importância do levantamento de quantitativos para a orçamentação de obras, argumentos comuns apresentados por todos eles sobre a quantificação de custos e insumos, quando feita de forma tradicional, é que esta trata-se de uma etapa preliminar à estimativa de custos, feita com a utilização de uma memória de cálculos (uso de planilhas ou softwares de orçamentação), que demanda tempo considerável e exige experiência do orçamentista e é um processo no qual frequentemente são utilizados indicadores históricos ou de mercado para dar celeridade aos trabalhos. Os autores destacam que tomando por base estas características fica perceptível os aspectos nos quais o processo de levantamento de quantitativos pode ser aprimorado com o uso do BIM.

Enquanto os programas CAD tradicionais trabalham com desenhos bidimensionais, através de elementos geométricos como linhas, retângulos e círculos, na modelagem em BIM o projetista desenvolve um projeto utilizando componentes, com propriedade pré-definidas ou definidas pelo usuário, o que possibilita rastrear e levantar quantidades de materiais e demais informações vinculadas ao modelo, facilitando e dando agilidade ao levantamento do escopo do projeto. (AUTODESK, 2005)

Na metodologia BIM, os levantamentos de quantitativos podem ser realizados com o uso do mesmo software em que o modelo é criado (Revit, por exemplo), ou através de outro software, como o Autodesk Quantity Takeoff ou, mais comumente empregado, o Navisworks.

No primeiro caso, o software elabora tabelas de quantitativos baseando-se nos componentes criados para representá-los, ou seja, na quantificação do elemento, ou material, escolhido para representar o objeto/componente. No entanto, não é viável neste método quantificar os insumos de cada serviço, pois o Revit não os fornece,

nem permite que o usuário faça o cadastro destes e os relacione com os serviços, o que faz com que o orçamentista tenha que, da mesma forma que na quantificação manual, se basear em outras referências para obter a quantificação dos materiais, mão-de-obra e equipamentos, incluídos em determinadas atividades. Já no segundo caso, primeiramente faz-se necessário que o arquivo seja exportado de forma a garantir a interoperabilidade entre os softwares utilizados. Em seguida o software permite que sejam extraídos os quantitativos de todos os elementos do modelo ou apenas os componentes selecionados pelo usuário. Em seguida os objetos passam a constar em uma estrutura analítica de projeto que pode ser configurada de acordo com as necessidades do usuário. Nela pode-se adicionar os insumos necessários à execução dos serviços. O orçamentista pode realizar outras configurações como o tipo de quantitativo que se deseja extrair (linear, área, volume) bem como o cadastro de composições unitárias para cada serviço, possibilitando o uso das mesmas composições do orçamento convencional, como as da TCPO ou outras praticadas pela empresa. Por fim, é possível a extração de um relatório de quantitativos de cada insumo, de acordo com a estrutura analítica de projeto estabelecida. (SANTOS et al., 2014)

Para Santos et al. (2014), além de mais precisos, os levantamentos através do BIM demonstram ser mais rápidos, permitindo que, após a configuração do software, os quantitativos possam ser extraídos de forma ágil. Outra grande vantagem em relação ao método convencional, é que havendo alterações no projeto, os levantamentos procedentes da tecnologia BIM são atualizados instantaneamente. Ressaltam, no entanto, que a extração dos quantitativos depende inteiramente do tipo de modelagem feita, ou seja, se o modelo foi criado de forma adequada, os quantitativos resultarão exatos.

2.2.7. Planejamento e Cronogramas

Em relação ao planejamento e cronograma, a quarta e quinta dimensão da modelagem BIM apresentam benefícios para o planejamento e gerenciamento físico-financeiro do empreendimento. Na quarta dimensão os elementos gráficos da edificação podem ser atrelados ao cronograma da obra, tornando possível ao gestor acompanhar o avanço físico da construção e antecipar em um filme a construção da obra. No BIM 5D, agrega-se ao modelo tridimensional a dimensão custo. Cada

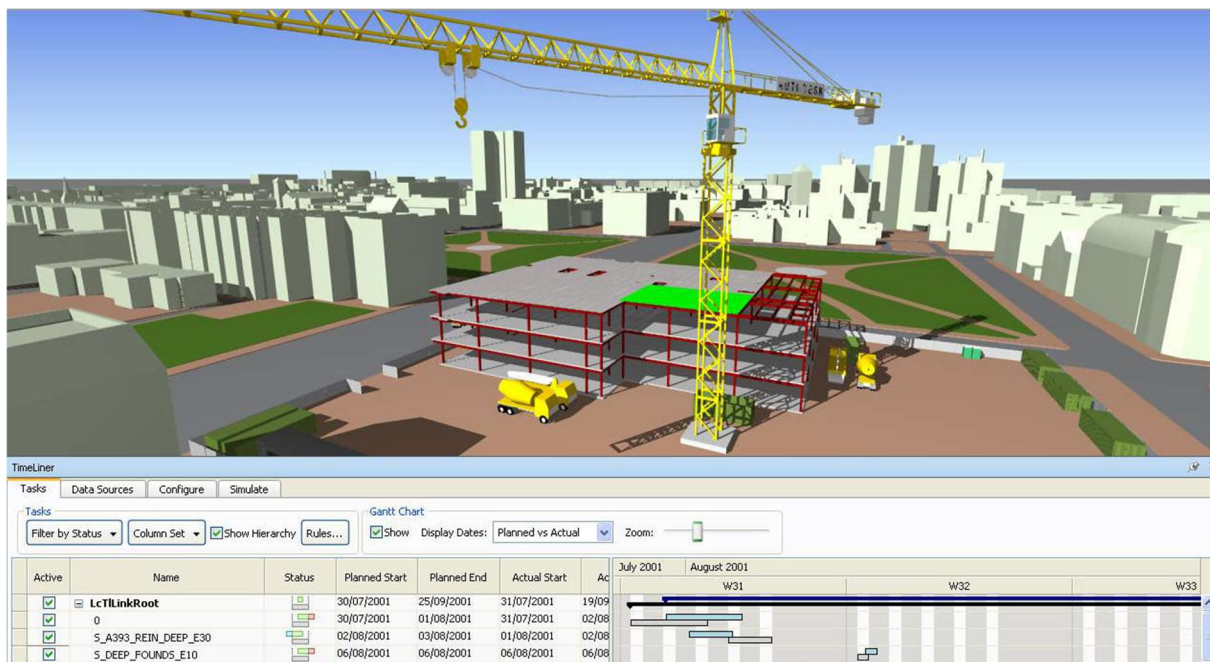
elemento do projeto passa a ter vinculação a dados de custo, de forma que uma atualização no modelo possibilita a atualização automática do orçamento. (MATTOS, 2019).

As ferramentas tradicionais normalmente utilizadas no planejamento e controle de obras, como os diagramas de barras e diagrama de rede não associam as atividades diretamente aos elementos do modelo, tornando o planejamento das atividades uma tarefa manual e morosa. Esses sistemas de planejamento com frequência geram dificuldades aos participantes da obra para compreender a calendarização e ordenação sequencial definidas para as atividades e quais seus impactos na logística da obra, de forma que apenas algumas pessoas, totalmente familiarizadas com o projeto e o com os métodos construtivos a serem empregados podem avaliar a exequibilidade do planejamento. (ANTUNES, 2013)

Na tecnologia BIM, através do planejamento 4D essas falhas da metodologia tradicional são remediadas, uma vez que as atividades do cronograma são associadas ao modelo 3D, permitindo a visualização da sequência de atividades da construção em qualquer ponto no tempo, além de permitir aos envolvidos a comunicação visual do plano de atividades no contexto de tempo e espaço. (EASTMAN, et al., 2011)

O BIM 4D permite a criação de animações que demonstram a simulação virtual da construção, proporcionando a visualização do planejamento e de toda a sequência temporal dos trabalhos que contemplam a execução da obra. Desta forma, o BIM possibilita a análise e otimização do planejamento, uma vez incorporam à sequência dos trabalhos os fatores de tipo espacial ou físico, bem como fatores relacionados à disponibilidade de recursos e informações de produtividade.

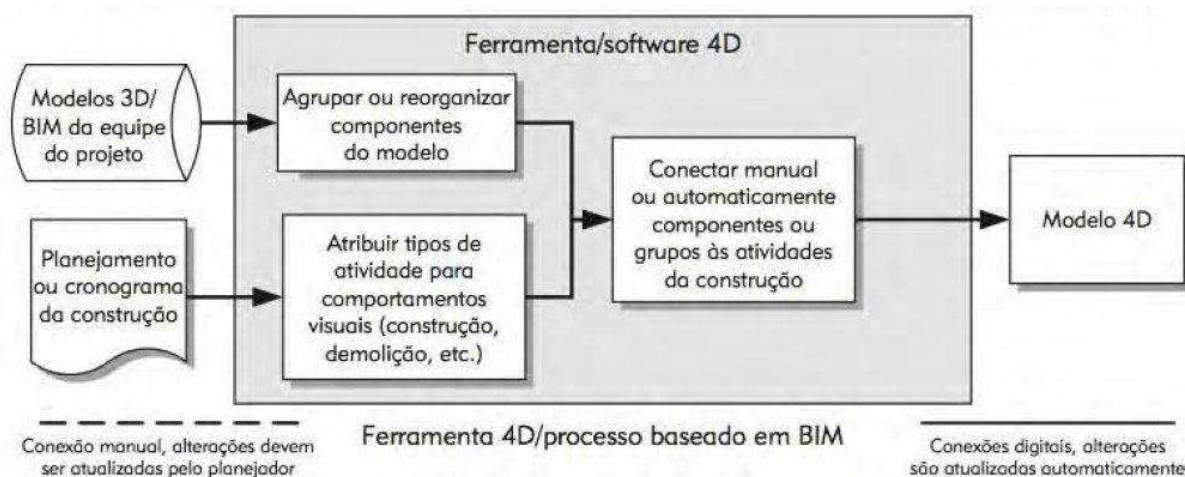
Figura 26 – Associação do modelo 3D à sequência temporal das atividades da construção



Fonte: ANTUNES, 2013. Interoperacionalidade em Sistemas de Informação.

Algumas empresas produtoras de software oferecem ferramentas 4D especializadas para a produção de modelos 4D a partir de modelos 3D e cronogramas. O software 4D especializado elimina alguns passos e fornece conexões diretas ao cronograma e ao modelo do edifício, tornando o processo mais rápido e mais confiável.

Figura 27– Diagrama mostrando processo de modelagem 4D



Fonte: EASTMAN, Chuck et al. (2014).

Com a utilização da tecnologia BIM é possível a extração das quantidades dos diversos materiais, devido às informações físicas inerentes aos elementos da modelagem (KYMMELL, 2008). A extração de quantitativos através do modelo BIM

conferem agilidade e precisão ao processo, além de atualizar automaticamente os quantitativos em caso de alterações realizadas no projeto, o que não ocorre no método tradicional (SANTOS, ANTUNES e BALBINOT, 2014). Ao conectar os elementos a um banco de dados externo que contém informações de custo, torna-se possível realizar análises de custo. A estimativa de custo da obra é o produto dos quantitativos extraídos do modelo pelo custo disponível em um banco de dados. A ligação entre o modelo e o banco de dados varia conforme o software utilizado, permitindo que o valor da obra seja previsto, analisado e controlado. (KYMMELL, 2008)

Segundo Eastman et al., (2014), as ferramentas BIM não têm todas as funcionalidades de uma planilha eletrônica ou softwares de orçamento, sendo a estimativa de custos das obras obtidas através de um dos seguintes métodos:

- a) utilização de ferramentas BIM de extração e quantificação dos elementos do modelo e exportação dos quantitativos para um software específico de orçamentação;
- b) utilização de plug-ins para realizar a conexão direta entre os elementos do modelo BIM e as composições do software de orçamentação; e
- c) ferramenta especializada para levantamento de quantitativos que importa dados de várias ferramentas BIM.

O modelo BIM 4D viabiliza a visualização da sequência de execução dos serviços, apontando as diversas interferências entre eles e as áreas de estoques, o canteiro e os acessos (BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2015), permite testar diversas alternativas de sequenciamento da obra, trazendo para a fase do planejamento os problemas de construtibilidade, auxilia na coordenação do fluxo de trabalho e uso do espaço do canteiro propiciando operações mais produtivas, seguras e ágeis, aumentando a probabilidade de a obra ser concluída conforme o planejado (FISCHER, HAYMAKER e LISTON, 2005 apud MATOS, 2016)

2.2.8. Acompanhamento e Fiscalização

O TCU, responsável por fiscalizar as principais obras do Governo, aponta em seus relatórios as principais irregularidades identificadas. Esses relatórios constituem

uma referência para a atuação da fiscalização de obras públicas, que pode ser aplicada também às obras privadas. Matos (2016), ao analisar os relatórios do TCU, em um período de 3 anos, identificou que as irregularidades mais frequentes nas obras públicas são sobrepreço/ superfaturamento, projeto básico/executivo deficiente, fiscalização deficiente ou omissa e existência de atrasos injustificáveis nas obras e serviços.

Tomando por base as irregularidades mais recorrentes, apontadas pelo TCU, o autor buscou identificar, através das bibliografias, quais as principais causas bem como os pontos nos quais a metodologia BIM se apresenta vantajosa para a atividade da fiscalização.

2.2.8.1. Projeto Básico/Executivo Deficiente ou Desatualizado

Para Kymmell (2008), o processo tradicional de elaboração de projetos, através de desenhos bidimensionais e instruções escritas, é um método imperfeito, visto que o uso de instruções 2D apresentam limitações quanto às representações e interpretações das informações. Ferreira e Santos (2007) descrevem cinco características da representação 2D que proporcionam limitações ao processo de análise espacial: a ambiguidade, pois a mesma representação pode ser interpretada de formas diferentes; o simbolismo, o objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não têm relação com o objeto real que representa; a omissão, na tentativa de sintetizar o desenho, informações consideradas “óbvias” para o autor do projeto são omitidas; simplificação, o projetista simplifica uma determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado; e a fragmentação, a qual está relacionada à separação da informação em várias vistas (planta, corte, elevação).

Outra origem de erros existente nos projetos 2D é o caráter repetitivo da informação em um conjunto de desenhos, propiciando que alterações feitas no projeto não sejam representadas em todos os locais afetados na documentação. O projeto 2D é composto por diversas pranchas com a representação de diferentes vistas (plantas, cortes, elevações, detalhes, etc.), por isso o trabalho e tempo despendido para desenvolvimento de projetos, bem como para realização de alterações e revisões é substancialmente aumentado, além de dificultar a detecção de interferências e erros nos projetos. (GOES, 2011). Esatman et al. (2014) esse processo de detecção de

interferências no 2D é executado através da sobreposição de camadas para que se possa identificar visual e manualmente as possíveis interferências, sendo um método lento, caro, suscetível a erro e que depende do uso de desenhos atualizados.

Na metodologia BIM o modelo é desenvolvido em 3D, tornando a representação de todos os aspectos do projeto mais clara e acessível a todos os envolvidos no empreendimento. As informações do projeto são disponíveis e conectadas em um modelo centralizado e acessado por meio de links (KYMMELL, 2008). Na metodologia BIM, a credibilidade das informações é garantida através representação do projeto em um único modelo, além de se reduzir significativamente o tempo despendido e a quantidade de erros associados à geração de desenhos, isto devido à capacidade dos softwares de modelagem BIM de geração automatizada de plantas, cortes, elevações, etc. (EASTMAN et al., 2014).

Além de proporcionar uma visualização muito melhor do projeto e a geração de vistas 2D precisas e confiáveis, no processo de geração do modelo BIM, a visualização e identificação de erros e inconsistências é substancialmente facilitada, já que trata-se de uma construção virtual. (AZHAR, 2011)

No BIM é possível relacionar a detecção automática de interferências geométricas com análises de interferências semânticas e regras para a identificação de conflitos qualificados e estruturados, sendo possível a verificação de conflitos específicos e de forma seletiva entre determinadas disciplinas, como por exemplo, entre o tema mecânico e estrutural. (EASTMAN et al., 2014)

Essas propriedades da tecnologia BIM conferem grande melhoria ao projeto, tendo em vista que as propostas podem ser analisadas com maior rigor, podem ser realizadas simulações, aferição do desempenho, além de a documentação ser flexível e automatizada. (AZHAR, 2011)

2.2.8.2. Sobrepreço / Superfaturamento

Quanto ao sobrepreço/superfaturamento, O TCU (2011 apud MATOS, 2016), os define da seguinte forma:

Sobrepreço ocorre quando o preço da obra/serviço/insumo é injustificadamente superior ao preço dado pelo paradigma.

(...)

O superfaturamento ocorre quando se faturam serviços de uma obra com sobrepreço ou quando se faturam serviços que não foram executados (cujos

quantitativos medidos são superiores aos efetivamente executados). (BRASIL, 2011 apud MATOS, 2016)

Além disso, o TCU (2011 apud MATOS, 2016), aponta os seguintes fatores como causa do superfaturamento:

- a) pela medição de quantidades superiores às efetivamente executadas/fornecidas;
- b) pela deficiência na execução de obras e serviços de engenharia que resulte em diminuição da qualidade, vida útil ou segurança;
- c) pelo pagamento de obras, bens e serviços por preços manifestamente superiores aos praticados pelo mercado ou incompatíveis com os constantes em tabelas referenciais de preços;
- d) pela quebra do equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato em desfavor da Administração por meio da alteração de quantitativos (jogo de planilha) e/ou preços (alterações de cláusulas financeiras) durante a execução da obra;
- e) pela alteração de cláusulas financeiras gerando recebimentos contratuais antecipados, distorção do cronograma físico-financeiro, prorrogação injustificada do prazo contratual com custos adicionais para a Administração Pública ou reajustamentos irregulares. (BRASIL, 2011 apud MATOS, 2016)

O TCU (2011 apud MATOS, 2016) aponta como uma das condições principais que favorecem a ocorrência do “jogo de planilha”, um dos tipos de superfaturamento, a obra licitada com projeto básico deficiente. Condição esta que é mitigada pela melhoria na qualidade dos projetos através da metodologia BIM.

Outra origem de problemas com superfaturamento são os problemas nos quantitativos. Quanto a isso, com a utilização da tecnologia BIM é possível a extração das quantidades dos diversos materiais, devido às informações físicas inerentes aos elementos da modelagem (KYMMELL, 2008). A extração de quantitativos através do modelo BIM conferem agilidade e precisão ao processo, além de atualizar automaticamente os quantitativos em caso de alterações realizadas no projeto, o que não ocorre no método tradicional. (SANTOS, ANTUNES e BALBINOT, 2014)

2.2.8.3. Atrasos Injustificáveis nas Obras e Serviços

Quanto aos atrasos nas obras e serviços, parte das causas pode ser explicada pela deficiência na área de gerenciamento de projetos. As ferramentas de planejamento de construção tradicionais, como os gráficos de barras e diagramas de rede, não retratam e exibem a relação entre as atividades e os elementos espaciais da construção, o que dificulta o entendimento da programação e seu impacto na logística do canteiro de obras, de forma que somente pessoas familiarizadas com o

empreendimento e seu método construtivo podem avaliar a efetividade do planejamento (EASTMAN et al., 2014). Outro ponto falho nas técnicas tradicionais de planejamento, são as limitações quanto à identificação de conflitos espaciais a respeito das instalações provisórias, estoques e equipamentos. (BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2015)

O modelo BIM 4D viabiliza a visualização da sequência de execução dos serviços, apontando as diversas interferências entre eles e as áreas de estoques, o canteiro e os acessos (BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2015), permite testar diversas alternativas de sequenciamento da obra, trazendo para a fase do planejamento os problemas de construtibilidade, auxilia na coordenação do fluxo de trabalho e uso do espaço do canteiro propiciando operações mais produtivas, seguras e ágeis, aumentando a probabilidade de a obra ser concluída conforme o planejado (FISCHER, HAYMAKER e LISTON, 2005 apud MATOS, 2016), além de possibilitar a comparação entre o cronograma e o progresso da construção, permitindo identificar se o projeto está em dia ou atrasado. (EASTMAN et al., 2014)

2.2.8.4. *Fiscalização Deficiente ou Omissa*

Já quanto às irregularidades decorrentes de fiscalização deficiente ou omissa, após observar as atividades de fiscalização descritas no “Manual de Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP - Construção”, elaborado pela Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio (SEAP) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Matos (2016) relaciona através de uma tabela e demonstra que o BIM pode ajudar na maior parte das atividades do fiscal, conforme tabela x.

Tabela 01 –Relação entre os benefícios do BIM e as atribuições da fiscalização do Manual da SEAP

Benefícios do BIM	Atividades de fiscalização do manual de Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP
Melhoria na qualidade dos projetos	Manter um arquivo completo e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos
	Esclarecer ou solucionar incoerências, falhas e omissões nos elementos do projeto, bem como fornecer informações e instruções necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos

	Promover a presença dos projetistas no canteiro para verificação da exata correspondência entre as condições reais de execução e os parâmetros, definições e conceitos de projeto
	Verificar e aprovar os desenhos “como construído”
Planejamento 4D/5D	Analisar e aprovar o projeto das instalações provisórias e canteiro de serviço
	Analisar e aprovar o plano de execução e o cronograma detalhado dos serviços e obras
	Promover reuniões sobre o andamento da obra e providências necessárias ao cumprimento do contrato
	Solucionar as dúvidas quanto à sequência dos serviços e interferências entre equipes de trabalho
	Exercer rigoroso controle sobre o cronograma, aprovando os eventuais ajustes
	Verificar e aprovar os relatórios periódicos de execução dos serviços e obras
Extração automática de quantitativos	Aprovar os serviços executados, atestar as medições e encaminhar as faturas para pagamento
Não identificado relação com o BIM	Obter da Contratada o Manual de Qualidade e verificar a sua efetiva utilização
	Paralisar e/ou solicitar o refazimento de serviço “não conforme”
	Solicitar a substituição de materiais e equipamentos defeituosos ou inadequados
	Solicitar a realização de testes, exames, ensaios e para controle de qualidade dos serviços e obras
	Verificar e aprovar a substituição de materiais, equipamentos e serviços
	Solicitar a substituição de qualquer funcionário da Contratada

Fonte: Adaptado de: Matos, 2016. O Uso do BIM na Fiscalização de Obras Públicas.

Quanto ao acompanhamento e gestão da construção Antunes (2013) afirma que o BIM pode fornecer suporte providencial aos processos de gestão, acompanhamento e informação de forma permanente a respeito do estado de execução de uma obra, uma vez que dispõe de informações detalhadas acerca de todos os elementos do modelo, que podem ser utilizadas por diversas aplicações.

Com a utilização de softwares específicos é possível adicionar o custo real aos elementos do modelo e posteriormente analisar onde existem variações significativas entre este e a estimativa considerada, além de permitir a observação da evolução do projeto em termos de custo. Outra possibilidade é associar a cada elemento do modelo um campo destinado ao seu estado, podendo ser configurado diferentes cores a cada campo de forma que se possa identificar rapidamente qual o estado atual das atividades e detectar aquelas que estão a provocar atrasos. É possível ainda adquirir o material necessário à execução da obra diretamente das ferramentas BIM, por exemplo através do *plug-in* desenvolvido pela *1st Pricing*, nos Estados Unidos, que permite a aquisição de produtos dentro do Archicad e Revit, fornecendo estimativas de custo automáticas e entregando o material no local da obra através do código postal. (ANTUNES, 2013)

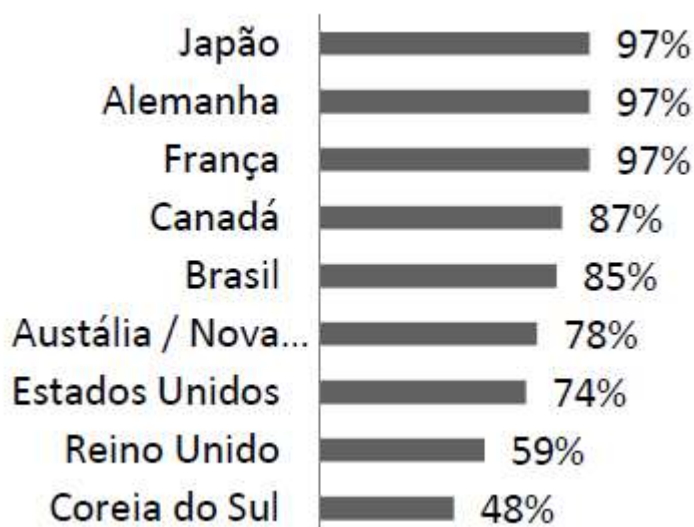
Outro importante benefício do BIM para o acompanhamento das atividades de construção, é a possibilidade de visualizar e analisar os projetos no local da obra através de dispositivos móveis. A maior parte dos desenvolvedores de softwares BIM, fornecem aplicações compatíveis com os dispositivos móveis, de forma a possibilitar ao fiscal e demais interessados o acesso à informação 3D gráfica ou não gráfica que compõe o projeto. (MARTINS, 2013 apud ANTUNES, 2013)

2.3. A metodologia BIM nas obras públicas de engenharia

2.3.1. Aspectos Gerais

A utilização da metodologia BIM vem se expandindo de forma intensa mundialmente, tanto pelas iniciativas privadas quanto pelas governamentais ambas em busca das vantagens e benefícios que essa tecnologia pode oferecer. Em diversos países, construtores que passaram a utilizar ferramentas BIM na elaboração de novos projetos e empreendimentos relatam um retorno sobre investimento (ROI) positivo, conforme apresentado na figura 28. Quanto maior o engajamento na elaboração e implantação da metodologia, maior o retorno positivo em projetos futuros. (D'APARECIDA, 2018)

Figura 28– Construtores reportando retornos sobre investimento positivos após a utilização de BIM



Fonte: Adaptado de McGraw Hill Construction (2014).

Segundo a McGraw-Hill Construction (2014), no Brasil a utilização do BIM tem sido mais aplicada em projetos de baixa complexidade, sendo ainda muito baixo o percentual de uso das ferramentas BIM em projetos de alta complexidade.

No setor público brasileiro, a adoção do BIM é iniciante, com exceção do Exército Brasileiro, no qual sua engenharia aderiu à metodologia em 2006. Kassem e Amorim (2015) apontam que neste ano a Diretoria de Obras Militares enfrentava diversas dificuldades na gerência de seu enorme patrimônio imobiliário, como acompanhar as novas construções e a manutenção das 75.787 benfeitorias com transparência e resultado, gerir 1.794 imóveis e responder por 13.750 solicitações de obras, permitindo compatibilidade entre o planejamento estratégico e a variabilidade da gestão pública (governo). No primeiro ano o Exército focou em realizar estudos e pesquisas para reunião de conhecimento sobre diversas áreas tecnológicas, inclusive modelagem da construção - BIM. Passou então a treinar seu efetivo nos softwares BIM e posteriormente adquiriu várias estações de trabalho com configurações de alto desempenho e servidores para gestão de projetos BIM em nuvem. A metodologia BIM foi implantada em diversas áreas da instituição, melhorando os processos de gestão e continua sendo implantada gradualmente em outras áreas.

Figura 29 – Integração de aplicativos BIM ao sistema de gestão de obras do exército Brasileiro



Fonte: KASSEM; AMORIM (2015). BIM – Building Information Modeling No Brasil E Na União Europeia.

Em 2010 o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC, tomou a primeira relevante ação pública de fomento ao BIM, a contratação de empresa para o desenvolvimento de uma Biblioteca BIM, direcionada para a tipologia de edificação do Programa do Governo Federal "Minha Casa Minha Vida". No mesmo ano houve a licitação para o projeto do Porto Maravilha, no Rio de Janeiro, sendo a primeira com referência à utilização de soluções BIM. Em seguida, 2014, ocorreram outras licitações, como a dos aeroportos regionais, coordenadas pelo Banco do Brasil. (CADERNO BIM, 2018)

Na esfera pública estadual, o estado de Santa Catarina foi pioneiro. Em abril de 2014 foi criado pelo Comitê de Acompanhamento e Controle de Obras Públicas e Serviços de Engenharia, vinculado à Secretaria de Estado do Planejamento, o grupo técnico BIM. No dia 21 de outubro de 2014, durante o primeiro Seminário Regional Construindo BIM: desafios e perspectivas para implantação no Brasil, a Secretaria de Estado do Planejamento firmou acordo de cooperação técnica com a Secretaria de Infraestrutura Logística do Paraná para implementar a tecnologia BIM nos Estados. Na ocasião o coordenador de BIM da Secretaria de Planejamento de Santa Catarina

apresentou o planejamento e implantação da tecnologia na contratação de projetos de obras públicas de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2014). No evento também foi efetivado o primeiro contato com representantes do Governo do Rio Grande do Sul, permitindo o lançamento da proposta de estruturação da REDE BIM GOV SUL, que se concretizou em janeiro de 2015, com a missão de desenvolver ações integradas de fomento para implantação do BIM na esfera pública estadual da região sul (CADERNO BIM, 2018).

Em 2015 SC teve suas primeiras obras públicas projetadas em BIM: os Centros de Inovação. No mesmo ano, o estado realizou licitação para contratação dos projetos do Instituto de Cardiologia e publicou o primeiro BIM Mandate do país: O Caderno de Apresentação de Projetos em BIM de Santa Catarina, que traz os procedimentos para desenvolvimento de projetos com BIM, definindo a padronização e a formatação que orientam o desenvolvimento dos projetos em BIM para que sejam entregues ao Governo do Estado. (SANTA CATARINA, 2015)

Com a finalidade de tornar a plataforma mais acessível às empresas de diversos portes em todos os segmentos da cadeia produtiva da construção civil, a fim de que esse diferencial competitivo seja democratizado, em 2016 a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) publica a Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras (CATELANI, 2016). No mesmo sentido Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) combinaram recursos e esforços na disseminação do BIM no Brasil, apoiando à elaboração de normas técnicas ABNT-NBR, e o desenvolvimento da plataforma BIM BR, disponibilizando acesso livre e gratuito a objetos virtuais BIM. Além disso a ABDI e o MDIC disponibilizam em 2017 a Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, que tem o objetivo de consolidar e oferecer, de forma clara e precisa, informações de boas práticas sobre o processo e a contratação de projetos BIM para profissionais dos setores públicos ou privado envolvidos no ciclo de vida das edificações (ABDI, 2017).

Em 2016 foi apresentado o Projeto de Lei PL 6619/2016, que propõe nova redação ao § 1º do artigo 7º da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993 (Lei que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública) estabelecendo a obrigatoriedade do sistema de modelagem da informação da construção (BIM), na

confeção de projetos executivos de obras e serviços de engenharia contratados pelos órgãos e entidades da administração pública. (BRASIL, 2016)

Em 2017, o Governo Federal instituiu através do Decreto de 5 de Junho de 2017, o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling (CE-BIM) de caráter temporário e com a finalidade de propor, no âmbito do Governo Federal, a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (BIM). Este Decreto foi revogado pelo Decreto Nº9.377, de 17 de maio de 2018, o qual institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil (Estratégia BIM-BR), com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Por fim, este é revogado pelo Decreto Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019, que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling (CG-BIM), destinado a implementar a Estratégia BIM-BR e gerenciar suas ações. (BRASIL, 2019)

Em 2018, através do Departamento de Gestão de Projetos e Obras, subordinado à Secretaria de Infraestrutura e Logística, o Estado do Paraná lança o Caderno BIM : coletânea de cadernos orientadores : caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações, que define as diretrizes para elaboração de projetos de edificações públicas em BIM no estado. (CADERNO BIM, 2018)

O decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. O referido decreto vincula expressamente o Ministério da Defesa, por meio das atividades executadas nos imóveis jurisdicionados ao Exército Brasileiro, à Marinha do Brasil e à Força Aérea Brasileira, às ações de disseminação do BIM, estabelecendo sua implementação de forma gradual, em três fases, e constando já na primeira delas - a partir de 1º de janeiro de 2021 - que o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, abrangendo, no mínimo: a elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia referentes às disciplinas de estruturas, instalações hidráulicas, instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado e instalações elétricas; a detecção de interferências físicas e funcionais entre as diversas disciplinas e a revisão

dos modelos de arquitetura e engenharia, de modo a compatibilizá-los entre si; a extração de quantitativos; e a geração de documentação gráfica, extraída dos respectivos modelos (Brasil, 2020).

De modo a analisar quais as irregularidades mais frequentes em obras públicas, Matos (2016) examinou os relatórios técnicos produzidos pelo Tribunal de Contas da União (TCU), através de auditorias realizadas nas principais obras indicadas nas Leis de Diretrizes Orçamentárias (LDO), com o apontamento das irregularidades detectadas, e verificou que, entre os apontamentos, as irregularidades mais frequentes era o sobrepreço/superfaturamento, o projeto básico/executivo deficiente ou desatualizado, a fiscalização deficiente ou omissa e a existência de atrasos injustificáveis nas obras e serviços, que juntas correspondem a cerca de 50% das irregularidades detectadas nas obras públicas e ocorrem em cerca de 40% das auditorias no período analisado, o que demonstra o grande impacto delas nas obras. Matos (2016), aponta ainda que estas irregularidades podem ser mitigadas pelos benefícios do uso do BIM.

2.3.2. Modelagem

A aplicação da metodologia BIM enseja inúmeros benefícios, no entanto a adesão das ferramentas nos setores construtivos do Brasil ainda deixa a desejar, e nas obras públicas, a adesão é ainda menor. Isto se deve ao fato de que a transição no paradigma de projeto para o BIM tem elevada energia de ativação. Além dos custos elevados, que incluem software, hardware e formação profissional, o processo de implementação pode demorar mais de um ano, exigir drásticas alterações no funcionamento das equipes de projeto e ainda carecer muito de normas e padronizações. Diante destas dificuldades, e no intuito de superá-las, o primeiro passo é o desenvolvimento de um template de Plano de Execução BIM (PEB), que tem como objetivo fornecer uma base comum para que os colaboradores possam utilizar como referência para a implantação de práticas e processos do BIM. O Plano de Execução BIM é um documento que é exclusivo de cada empreitada e detalha os requisitos, resultados e responsáveis estipulados para o projeto, além de estruturar e padronizar o uso dos recursos BIM. (CARVALHO, 2018)

A Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), subordinada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), tem a missão

de lançar ações estratégicas que promovam o desenvolvimento da indústria brasileira (PORTAL ANPEI, 2015), neste sentido desenvolveu a coletânea dos Guias BIM ABDI-MDIC, a fim de fornecer informações orientadoras para as práticas de planejar, projetar (especificar-quantificar-orçar), contratar, fiscalizar e aceitar obras públicas ou privadas, em aplicações BIM, além de outras informações que visam impulsionar o BIM no mercado brasileiro. A coletânea é composta por 6 volumes (PORTAL MDIC, 2017):

Guia 1 – O processo de projeto BIM

Guia 2 – Classificação da informação no BIM

Guia 3 – BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção

Guia 4 – Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia

Guia 5 – Avaliação de desempenho energético em projetos BIM

Guia 6 – A implantação de projetos BIM

Outra iniciativa exemplar é a da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE). Criada em 1987, é responsável por viabilizar a execução das políticas educacionais definidas pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Entre as suas atribuições está a gerência das obras de engenharia civil, que incluem construção, reforma e manutenção das instalações. Com foco no projeto de escolas e infraestrutura escolar, a FDE criou o catálogo técnico BIM, o qual fornece Famílias BIM, Template BIM e Manuais BIM. (FDE, 2020)

Carvalho (2018), ressalta que um catálogo BIM é de fundamental importância na implementação de processos BIM, no entanto não pode ser confundido com um PEB, reforçando ainda que um catálogo BIM é, na verdade, um dos itens vinculados a um bom PEB.

O catálogo é um conjunto de arquivos e regras que atuam no nível operacional do projeto, ou seja, suas instruções influenciam diretamente o projetista final quando este trabalha sobre o modelo. No exemplo da FDE, o catálogo pode ser dividido em duas diretrizes principais, as Famílias e os Templates, cada uma com seu manual de utilização. Os templates podem ser visualizados com um ambiente de trabalho

inserido no software. No arquivo Template já devem estar carregadas as famílias, vistas, pranchas e demais padronizações a serem utilizadas no projeto, de forma a otimizar o trabalho do projetista e garantir que esteja de acordo com as regras estipuladas pela organização. Já as famílias, que são grupos de elementos com um conjunto de propriedades comuns, denominadas parâmetros, e uma representação gráfica relacionada, no caso da FDE resumem-se especificamente às famílias construtivas e são separadas em diversos grandes grupos, como: componentes de acessibilidade, elétrica; esquadrias, estruturas, forros, fossas e sumidouros, hidráulica, mobiliário, pisos, etc. (CARVALHO, 2018).

Carvalho (2018) destaca a importância do desenvolvimento de um catálogo BIM, principalmente para órgãos pertencentes à União, já que estes, além de realizarem com frequência obras de grandes dimensões, sentem dificuldade em contratar projetos em BIM por causa da ausência de padronizações e dificuldades em executar um controle de qualidade, citando ainda, que a elaboração de um Manual BIM, definindo as regras de modelagem, representa um grande passo na viabilização destas contratações.

2.3.3. Diretrizes com respeito ao BIM

A normalização é a atividade que determina, em relação a problemas presentes ou potenciais, disposições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas ao alcance do grau ótimo de ordem em um dado contexto. No Brasil a normalização BIM encontra-se no estágio de elaboração. Existe uma comissão especial de estudo voltado ao BIM, a ABNT/CEE-134 Modelagem de Informação da Construção formada para o desenvolvimento da normalização relacionada à modelagem de informação da construção. (KASSEM; AMORIM, 2015)

Instalada em junho de 2009 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por solicitação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), a comissão ABNT/CEE-134 iniciou o desenvolvimento de seu primeiro Plano de Normalização Setorial (PNS) contendo a adoção da norma internacional ISO 12006-2, *Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification of information*, no projeto de norma PN 134.000.01-001/2: Construção de edificação – Organização de informação

da construção – Parte 2: Estrutura para Classificação de Informação. À partir de 2010, a comissão vem desenvolvendo e publicando uma série de normas (BRASIL, 2020):

- a) ABNT NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação — Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação de informação (esta é a tradução da ISO 12006);
- b) ABNT NBR 15965-1:2011 Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Vigente, publicada em 2011;
- c) ABNT NBR 15965-2:2012 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção. Vigente, publicada em 2012;
- d) ABNT NBR 15965-3:2014 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção. Vigente, publicada em 2014;
- e) ABNT NBR 15965-4: – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 4: Recursos da construção. Em desenvolvimento, em Consulta Nacional, agosto/2020;
- f) ABNT NBR 15965-5:_____ – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 5: Resultados da construção. Em desenvolvimento, previsão de conclusão em 2020;
- g) ABNT NBR 15965-6:_____ – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 6: Unidades da construção. Em desenvolvimento, previsão de conclusão em 2020;
- h) ABNT NBR 15965-7:2015 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção. Vigente, Publicada em 2015.

As normas 15965 foram baseadas e adaptadas da OMNICLASS (que trata-se de um sistema de classificação da informação da construção) às condições brasileiras. (BRASIL, 2020)

Até o ano corrente houve avanço bastante considerável quanto à normalização sobre BIM no Brasil com diversos conjuntos de normas vigentes, em conclusão ou em desenvolvimento com previsão de publicação até 2021, segundo o atual Programa de Normalização Setorial – CEE-134. (BRASIL, 2020)

Figura 30 – Primeiro conjunto de normas brasileiras relacionadas ao BIM - Sistema de classificação da informação da construção.

Código	Título	Status	Publicada
"Sistema de classificação da informação da construção"			
ABNT NBR 15965-1	Sistema de classificação da informação da construção Parte 1: Terminologia e estrutura	Vigente	2011
ABNT NBR 15965-2	Sistema de classificação da informação da construção Parte 2: Características dos objetos da construção	Vigente	2012
ABNT NBR 15965-3	Sistema de classificação da informação da construção Parte 3: Processos da construção	Vigente	2014
ABNT NBR 15965-4	Sistema de classificação da informação da construção Parte 4: Recursos da construção	Em conclusão	2020 *
ABNT NBR 15965-5	Sistema de classificação da informação da construção Parte 5: Resultados da construção	Em desenvolvimento	2020 *
ABNT NBR 15965-6	Sistema de classificação da informação da construção Parte 6: Unidades da construção	Em desenvolvimento	2020 *
ABNT NBR 15965-7	Sistema de classificação da informação da construção Parte 7: Informação da construção	Em desenvolvimento	2020 *

Fonte: Boletim ABNT, v. 17, n. 244, p. 12-19, ago. 2020.

Figura 31 – Segundo conjunto de normas brasileiras relacionadas ao BIM - Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM)

"Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM)"			
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 1 – Terminologia e aspectos gerais	Em desenvolvimento	2020 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 2 – Objetos em modelos de concepção arquitetônica	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 3 – Objetos em modelos de concepção de estruturas	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 4 – Objetos em modelos de concepção de sistemas prediais hidráulicos	Em desenvolvimento	2020 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 5 – Objetos em modelos de concepção de sistemas prediais elétricos	Em desenvolvimento	2020 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 6 – Objetos em modelos de concepção de sistemas AVAC-R	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 7 – Objetos em modelos de concepção de sistemas de iluminação	Em desenvolvimento	2020 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 8 – Objetos em modelos de concepção de sistemas de impermeabilização	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 9 – Objetos em modelos usados para análise acústica	Em desenvolvimento	2020 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 10 – Objetos em modelos usados para extração de quantitativos	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 11 – Objetos em modelos usados para planejamento e controle de obras	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 12 – Objetos em modelos usados para análise energética	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 13 – Objetos em modelos usados para análise de sustentabilidade	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 14 – Objetos em modelos usados para geração de documentação gráfica	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 15 – Objetos em modelos usados para detecção de interferências	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 16 – Objetos em modelos usados para visualização	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 17 – Objetos em modelos usados para <i>facilities management</i> (FM)	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 18 – Objetos em modelos usados para comissionamento	Em desenvolvimento	2021 *
	Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM) PARTE 19 – Objetos em modelos usados para análise do ciclo de vida	Em desenvolvimento	2021 *

Fonte: Boletim ABNT, v. 17, n. 244, p. 12-19, ago. 2020.

Figura 32– Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais

"Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais"			
ABNT NBR ISO 16757:1	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo	Vigente	2018
ABNT NBR ISO 16757:2	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais Parte 2: Geometria	Vigente	2018

Fonte: Boletim ABNT, v. 17, n. 244, p. 12-19, ago. 2020.

Figura 33 – Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objeto e Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem das informações da construção (BIM) — Gerenciamento de informações usa

“Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objeto”			
ABNT NBR ISO 16354	Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objeto	Vigente	2018
“Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informações da construção (BIM) — Gerenciamento de informações usando modelagem de informações de construção”			
ABNT NBR ISO 19650:1	Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) — Gerenciamento de informações usando modelagem de informações de construção Parte 1: Conceitos e princípios	Em conclusão	2020 *
ABNT NBR ISO 19650:2	Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) — Gerenciamento de informações usando modelagem de informações de construção Parte 2: Fase de entrega de ativos	Em conclusão	2020 *

Fonte: Boletim ABNT, v. 17, n. 244, p. 12-19, ago. 2020.

No âmbito do poder estadual, destaca-se o estado de Santa Catarina, que de forma pioneira realiza a implementação de diretrizes para projetos contratados na modelagem BIM, pelo Governo do Estado, através de um caderno adotado como documento base que contém, normatiza e descreve os procedimentos para desenvolvimento de projetos em BIM, devendo ser utilizado como anexo em editais para contratação de projetos desenvolvidos por meio desta tecnologia. O caderno define a padronização e a formatação que devem guiar o desenvolvimento dos projetos em BIM nas contratações com o Governo do Estado. (SANTA CATARINA, 2014).

2.4. O Sistema BIM na Força Aérea Brasileira

2.4.1. A Força Aérea Brasileira

Em janeiro de 1941, o presidente Getúlio Vargas decidiu pela unificação das aviações naval e militar e da infraestrutura aeronáutica existente até então. O documento que criava a nova pasta, incorporava ainda o Departamento de Aeronáutica Civil (DAC) e o Ministério da Viação e Obras Públicas. Estava estabelecido então, através do Decreto-Lei 2.961, o Ministério da Aeronáutica e seu braço militar, as Forças Aéreas Nacionais, que no mesmo ano passaram a se chamar Força Aérea Brasileira, pelo Decreto-Lei 3.302, de 22 de maio. O primeiro Ministro da Aeronáutica foi Joaquim Salgado Filho. Seu desafio seria desenvolver a aviação civil,

a infraestrutura, a indústria nacional do setor, as escolas de formação e o braço-armado da Aeronáutica, a Força Aérea Brasileira. (Força Aérea Brasileira, 2020a)

Figura 34 –Dia da criação do Ministério da Aeronáutica



Fonte: Força Aérea Brasileira (2020).

No decorrer dos anos seguintes, a Aeronáutica ampliou sua atuação em áreas como a defesa da soberania do espaço aéreo brasileiro, o controle de tráfego aéreo, o fomento à indústria nacional, as missões de busca e salvamento, o projeto espacial, a ciência e tecnologia, a investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos, e a integração nacional, por meio da construção de pistas de pouso e decolagem e dos voos de aeronaves de transporte. O Correio Aéreo Militar, antes realizado pelo Exército (no interior) e pela Marinha (no litoral), foi transformado no Correio Aéreo Nacional. O Ministério proporcionou, ainda, acordos internacionais na área de transporte aéreo entre o Brasil e diversos países, como França, Estados Unidos, Suécia, Dinamarca, Noruega, Países Baixos, Portugal, Suíça e Grã-Bretanha. Em 1999, o Ministério da Aeronáutica foi transformado em Comando da Aeronáutica. (Força Aérea Brasileira, 2020a)

Atualmente, o Comando da Aeronáutica (COMAER), denominação recebida quando da criação do Ministério da Defesa, em junho de 1999, é uma instituição nacional permanente e regular, organizada com base na hierarquia e na disciplina, sob autoridade suprema do Presidente da República, subordinada diretamente ao Ministério da Defesa, e destinada à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem. (BRASIL, 2009)

O Comando da Aeronáutica cuja missão síntese é “manter a soberania do espaço aéreo e integrar o território nacional, com vistas à defesa da pátria” tem como visão ser “uma Força Aérea de grande capacidade dissuasória, operacionalmente moderna e atuando de forma integrada para a defesa dos interesses nacionais” (BRASIL, 2018) e como principais competências, dentre outras, as seguintes (Força Aérea Brasileira, 2020b):

- a) Executar ações relativas à defesa do País, no campo aeroespacial;
- b) contribuir para a formulação e condução de políticas nacionais que digam respeito à aviação, ao controle do espaço aéreo, às atividades espaciais, à infra-estrutura aeronáutica e à espacial e às atividades afins com a destinação constitucional da Aeronáutica, especialmente as relativas a recursos e ao desenvolvimento científico, tecnológico e industrial de interesse aeronáutico e espacial;
- c) cooperar na produção de bens ou na execução de obras e serviços especializados, quando a cooperação for de interesse do preparo da Aeronáutica, na forma em que for acordada e mediante indenização obrigatória, no caso de havida com entidades privadas;
- d) cooperar, na sua área de atuação, com os órgãos governamentais responsáveis pelo controle das atividades de aviação civil e da infra-estrutura aeronáutica;
- e) estabelecer, equipar e operar, diretamente ou mediante concessão, a infra-estrutura aeroespacial, aeronáutica e aeroportuária de sua competência;

2.4.2. Engenharia civil na Força Aérea Brasileira

A DCA 2-1, Doutrina logística da Aeronáutica, define a logística de engenharia como o conjunto de atividades executadas, visando ao planejamento e à execução de obras e de serviços com o objetivo de obter, adequar, manter e recuperar a infra-

estrutura física e as instalações existentes de acordo com as necessidades da Aeronáutica. Infra-estrutura esta, que compreende normalmente: aeródromos, vias de transporte; terminais de transporte, bases aéreas permanentes, projetáveis ou de desdobramento; obstáculos, abrigos e trabalhos de camuflagem; e instalações diversas. O documento elenca ainda as atividades da Função Logística Engenharia, as definindo, conforme abaixo (BRASIL, 2003):

a) construção: consiste nos trabalhos para obtenção de um recurso físico novo, isolado ou em conjunto com outros;

b) ampliação: consiste nos trabalhos destinados a aumentar a capacidade de um recurso físico já existente;

c) reforma: consiste nos trabalhos para melhorar a eficiência de um recurso físico já existente, sem aumentar sua capacidade física;

d) adequação: consiste nos trabalhos para alterar a destinação de um recurso físico já existente, sem aumentar sua capacidade física;

e) reparação: consiste nos trabalhos corretivos para eliminar danos de pequeno vulto ocorridos em um recurso físico, restabelecendo sua condição de utilização;

f) restauração: consiste nos trabalhos corretivos para restabelecer as condições de utilização de determinado recurso físico que apresente danos consideráveis;

g) conservação: consiste nos trabalhos preventivos e corretivos de problemas comuns devidos ao uso corrente de recursos físicos;

h) demolição: consiste nos trabalhos para desfazer ou destruir um recurso físico;

i) remoção: consiste nos trabalhos para transferir determinado recurso físico de um local para outro;

j) desobstrução: consiste nos trabalhos realizados para a retirada de obstáculos, naturais ou artificiais, que estejam impedindo ou dificultando a utilização do local ou da área de interesse;

k) montagem: consiste na reunião de peças de um dispositivo, mecanismo ou equipamento, de modo que possa funcionar e atender ao fim a que se destina;

l) avaliação: consiste no levantamento e análise de informações técnicas de forma a verificar se a infra-estrutura é adequada para o fim a que se destina;

m) serviços especiais de obstrução: consistem nas medidas de segurança que tem por objetivo negar o acesso e a utilização da infra-estrutura pelo inimigo; e

n) camuflagem: consiste nas medidas que visam à dissimulação da existência, da verdadeira identidade ou da utilidade de aeronaves, infra-estrutura de aeródromos, instalações, equipamentos e atividades.

2.4.2.1. O Sistema de Engenharia do Comando da Aeronáutica (SISENG)

O Sistema de Engenharia do Comando da Aeronáutica (SISENG) foi instituído com a finalidade de gerenciar, coordenar e controlar as atividades de Engenharia de Aeródromos, Edificações, Instalações, Operacional e Ambiental em proveito do Comando da Aeronáutica. Para isso, o SISENG coordena o emprego dos meios necessários ao atendimento das seguintes atividades (BRASIL, 2014):

- a) Supervisão, coordenação e orientação técnica;
- b) Estudo, planejamento, projeto e especificação;
- c) Estudo de viabilidade técnico-econômica;
- d) Assistência, assessoria e consultoria;
- e) Direção de obra e serviço técnico;
- f) Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- g) Desempenho de cargo e função técnica;
- h) Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica;
- i) Elaboração de orçamento;
- j) Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- k) Execução de obra e serviço técnico;
- l) Fiscalização de obra e serviço técnico;
- m) Produção técnica e especializada;
- n) Condução de trabalho técnico;
- o) Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- p) Execução de instalação, montagem e reparo;
- q) Operação e manutenção de equipamento e instalação;
- r) Execução de desenho técnico; e
- s) Apoio ao emprego de unidades aéreas em missões de guerra, reais ou simuladas.

No Comando da Aeronáutica (COMAER), O Órgão Central do Sistema de Engenharia (OCSISENG) é a diretoria de infraestrutura da aeronáutica (DIRINFRA), porém não é ela quem cuida da totalidade de assuntos referente a engenharia no âmbito do COMAER. Para atender ao propósito do SISENG, este possui em sua constituição Elos Regionais, Elos Locais e Elos Executivos. Neste sentido, são coordenadas ações entre os Elos componentes e outras organizações e instituições, com os objetivos de: proporcionar a gestão da construção, da demolição, da reforma, da ampliação e da remoção de todas as instalações militares integrantes das Organizações Militares (OM) do COMAER; garantir a segurança e a máxima eficiência das operações aéreas militares; e prover o suporte aos exercícios e operações realizadas pela Força Aérea Brasileira. (BRASIL, 2014)

2.4.2.2. Órgão Central do SISENG (OCSISENG)

A DIRINFRA, Órgão Central do SISENG tem a missão de planejar, normatizar e gerenciar atividades relacionadas ao patrimônio imobiliário, engenharia de infraestrutura e contraincêndio no Comando da Aeronáutica. (Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica, 2020)

À DIRINFRA compete a orientação normativa, a coordenação, o controle e a supervisão técnica das atividades do SISENG; o acompanhamento da validade e a análise do conteúdo dos Planos Diretores do COMAER; a assessoria ao EMAER que seja necessária para a definição do Plano Plurianual de Obras (PPO); a definição de que projetos constantes do PPO serão elaborados por cada elo do SISENG, ou serão contratados; o acompanhamento da elaboração dos projetos constantes do PPO, atribuídos aos Elos do SISENG; o registro e o acompanhamento da execução das obras em curso no COMAER; dentre outras. (BRASIL, 2014)

Uma forma de atuação da DIRINFRA como Órgão Central de engenharia que pode ser citada é o acompanhamento de execução das obras do COMAER. Todas as OM que possuem obras em andamento são orientadas a enviar a ela relatórios mensais destas, bem como o relatório da execução física e financeira da obra. Após encerrada a obra, esta deve ser inserida no patrimônio da União, o que é realizado pela DIRINFRA. (OLIVEIRA, 2011)

2.4.2.3. Elos Regionais do SISENG (ERSISENG)

Como Elos Regionais do SISENG, existem os Destacamentos de Infraestrutura da Aeronáutica DT-INFRA, situados nas diversas regiões do país, tendo a região norte e sudeste duas unidades cada e totalizando sete DT-INFRA em todo território nacional, têm por finalidade atuar regionalmente na execução das atividades dos serviços de Patrimônio e de Engenharia, cujo Órgão Central é a Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica. Os DT-INFRA foram criados em substituição aos antigos Serviços Regionais de Engenharia (SERENG) e absorveram as funções destes e dos antigos Serviços Regionais de Patrimônio (SERPAT) (BRASIL, 2017).

Aos DT-INFRA competem a fiscalização da execução e o apoio ao recebimento das obras de construção, ampliação, restauração, reforma, adequação, ou remoção em sua área de jurisdição; a elaboração dos projetos de reforma, adequação, ou remoção, referentes à sua área de jurisdição, que não excedam sua capacidade técnica, ou que lhe tenham sido atribuídos pelo OCSISENG; o levantamento e/ou a atualização dos dados necessários ao planejamento, destinados a assegurar o apoio de engenharia na sua área de jurisdição; a assessoria aos usuários do SISENG localizados na sua área de jurisdição, que não disponham de engenheiros civis em seu efetivo, na elaboração dos Planos Diretores e dos Planejamento Plurianual de Obras (PPO) e na condução de licitações de obras e serviços de engenharia; dentre outras. (BRASIL, 2014)

Os DT-INFRA podem elaborar o projeto de uma obra desde a sua concepção até o detalhamento, porém conforme a demanda, e disponibilidade de pessoal e tempo, o destacamento pode contratar empresas externas através de licitação. Os escopos dos projetos podem variar, e existem casos em que inclusive a concepção fica à responsabilidade da contratada, que recebe do DT-INFRA informações básicas como dimensões gerais, funcionalidades da obra, ou mesmo o anteprojeto ou projeto básico, ficando a cargo dela o desenvolvimento do projeto executivo. Com o projeto executivo em mãos, o destacamento envia às respectivas divisões de licitações, que, com a assistência da Advocacia Geral da União (AGU) prepara todo processo licitatório e contratual entre órgão público (COMAER) e privado, de forma que esteja totalmente dentro das exigências legais. (OLIVEIRA, 2011)

2.4.2.4. Elos Locais do SISENG (ELSISENG)

Os Elos Locais são as Organizações Militares do COMAER em cuja estrutura regimental exista um setor destinado à manutenção da infraestrutura da própria OM ou da apoiada. (BRASIL, 2014)

A Base Aérea de Florianópolis se enquadra nesta classificação. As atividades desenvolvidas serão explanadas a seguir.

2.4.2.5. Elos Executivos do SISENG (EESISENG)

Já os Elos Executivos são as Comissões ou Centros que foram criados com atribuições especificadas no seu Ato de criação, tendo como objetivo fim as atividades do SISENG.

O Centro de Estudos e Projetos de Engenharia, é Elo Executivo, ao qual compete realizar estudos e elaborar projetos de engenharia e de arquitetura, complexos ou multidisciplinares, de interesse do Comando da Aeronáutica e em proveito dos sistemas em que a DIRINFRA é o Órgão Central. (BRASIL, 2014)

A Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA), é Elo Executivo do SISENG, a qual tem a missão de projetar, construir e recuperar aeroportos em regiões inóspitas e de difícil acesso na Amazônia Legal e em outras regiões do País, desde que sejam de interesse do Comando da Aeronáutica, contribuindo para a soberania nacional e o progresso do Brasil, com sustentabilidade ambiental. (Comissão de Aeroportos da Região Amazônica, 2020)

Para Dantas (2008) o papel da COMARA é de extrema importância devido ao aspecto social e estratégico da execução de pistas na Região Amazônica, uma vez que estas servem tanto de elos, como de apoio estratégico em possíveis situações de crise, dado a crescente importância, notoriedade e destaque internacional que a Amazônia ganha devido à variedade e grande quantidade de recursos híbridos, minerais e biodiversidade.

Outro Elo Executivo do SISENG é a Divisão de Infraestrutura da Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA), à qual compete planejar, coordenar, executar e controlar as atividades relacionadas com as obras civis, com a elaboração de estudos, especificações e projetos de infraestrutura, bem

como com a execução de atividades patrimoniais que visem ao controle e regularização dos bens imóveis incorporados, necessários à implantação e à operacionalização dos programas e projetos atribuídos à Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA); realizar as atividades relacionadas com a contratação e recebimento dos elementos constituintes dos projetos que forem de sua área de competência; realizar o acompanhamento da execução, o controle e a fiscalização dos instrumentos contratuais que tratem de fornecimentos de sua área de atuação; e tratar, com o Assessor em Gerência de Programa interessado, qualquer alteração necessária à execução dos instrumentos contratuais e ao andamento das implantações que lhes forem afins, considerando os compromissos estabelecidos de custos, prazos, qualidade, desempenho, confiabilidade e segurança. (BRASIL, 2014)

2.4.3. Fiscalização de Obras e Serviços de Engenharia na Aeronáutica

No âmbito da Força Aérea Brasileira a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 85-16, (2017), de observância obrigatória, tem a finalidade de regulamentar os procedimentos para fiscalização e recebimento de obras e serviços de engenharia, no âmbito do Comando da Aeronáutica e define:

A fiscalização é a atividade exercida por Agente da Administração na qualidade de fiscal de obra (engenheiro, arquiteto ou técnico de nível médio), que detenha conhecimento técnico do assunto, indicado pela área demandante dos serviços, para ser encarregado do acompanhamento, fiscalização, atestes das faturas ou notas fiscais e pela conferência dos materiais empregados e serviços prestados pela contratada, desde a assinatura da Ordem de Serviço até a lavratura do Termo de Recebimento Definitivo. (BRASIL, 2017)

A ICA 85-16 caracteriza o fiscal de obra como agente da administração ou componente da comissão de fiscalização de Obras e Serviços de Engenharia da parte técnica de engenharia da execução do objeto contratual. Aponta ainda, que a Comissão da Fiscalização da Obra ou Serviço de Engenharia será composta por três membros no mínimo, sendo o membro da Comissão, o preposto da Administração que ficará responsável pela fiscalização e controle técnico da obra ou serviço de engenharia, o qual deverá obrigatoriamente, ser um agente da Administração com formação de nível superior, oficial ou civil assemelhado, em Engenharia ou Arquitetura, ou com formação de nível médio em Tecnologia, compatível, desde que

habilitado, à luz da legislação federal pertinente, com a(s) modalidade(s) ou tipo(s) de obra ou serviço de engenharia previstos no escopo do Contrato. (BRASIL, 2017)

2.4.4. Engenharia civil na Base Aérea de Florianópolis

Enquadrada no Sistema de Engenharia do Comando da Aeronáutica como Elo Local, a Base Aérea de Florianópolis (BAFL) é diretamente subordinada à Secretaria de Economia, Finanças e Administração da Aeronáutica (SEFA), tem como missão prover o apoio necessário às Unidades Aéreas e às Unidades de Aeronáutica que nela operem, permanente ou temporariamente, ou que nela estejam sediadas e, como principais competências, prover a segurança e defesa de suas instalações; apoiar, administrativamente, as Unidades Aéreas e de Aeronáutica que nela operem ou estejam sediadas, com os serviços necessários ao seu funcionamento; e conservar as instalações e equipamentos do seu acervo patrimonial. (Base Aérea de Florianópolis, 2020)

Neste sentido a Seção de Engenharia da BAFL é responsável por atuar nas demandas de obras e serviços de engenharia da OM e OM apoiadas - Destacamento de controle do espaço aéreo de Florianópolis (DTCEA-FL) e Esquadrão de Saúde de Florianópolis (ES-FL).

À Seção de engenharia da BAFL compete, no âmbito da própria OM e nas OM apoiadas, a elaboração dos projetos ou especificações técnicas, Termos de Referência, e demais documentações afetas a obras ou serviços de engenharia de demolição, reparação ou conservação, que não excedam sua capacidade técnica; a fiscalização da execução e o apoio ao recebimento das obras ou serviços de engenharia de demolição, reparação ou conservação; os levantamentos e/ou a atualização dos dados necessários ao planejamento de trabalhos anual (PTA), destinados a assegurar o apoio de engenharia; a elaboração dos Planos Diretores e Plano Plurianual de Obras (PPO); a assessoria na condução de licitações de obras e serviços de engenharia; manter atualizado no Sistema de Obras e Patrimônio Imobiliário (SISOP), os dados referentes às obras gerenciadas pela unidade; prestar contas a respeito dos contratos e obras sob sua responsabilidade; as análises imobiliárias a fim de embasar processos de cessão de uso oneroso; a confecção das atas de pregão de serviços comuns e de Serviços comuns de engenharia; a fiscalização, medição e controle de todos os serviços realizados através de atas de

pregão; o gerenciamento do Sistema de Atendimento ao Usuário (SAU), através do qual chegam à Seção as diversas demandas solicitadas pelos militares de todos os setores da Guarnição de Aeronáutica de Florianópolis, analisando caso a caso e determinando a maneira mais adequada para o atendimento da demanda, que pode ocorrer através de empresas terceirizadas, homologadas em atas de pregões vigentes de Serviços Comuns ou Serviços Comuns de Engenharia, através da inclusão no PTA do próximo exercício, através da designação de militar do efetivo próprio para elaboração de projeto ou ainda solicitando apoio ao DT-INFRA-CO, Elo Regional mais próximo e que geralmente presta apoio à Guarnição-FL; e assessorar ao Comandante no que concerne aos temas técnicos correlatos.

A Seção de Engenharia da BAFL é composta atualmente por 8 militares, sendo uma oficial engenheira civil, que a chefia, três sargentos especialistas, um cabo e três soldados. Efetivo este muito reduzido levando-se em conta a grande demanda desta Seção, e motivo pelo qual é de suma importância a máxima otimização no desenvolvimento das atividades.

2.4.5. Implantação do Sistema BIM

Impulsionado pelo Decreto do Governo Federal nº 9.377, de 17 de maio de 2018, que instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - BIM, e na intenção de mitigar quaisquer possíveis problemas relativos à malversação de recursos públicos, principalmente envolvendo obras de médio e grande porte, bem como na estrita relação com o processo de reestruturação do COMAER, considerando as diversas mudanças físicas envolvidas que demandam planejamento adequado, eficiente elaboração de projetos e criteriosa fiscalização técnico-administrativa, o Comando da Aeronáutica aprovou, através da portaria EMAER nº 11/4SC, e 28 de fevereiro de 2019, a edição da Instrução do Comando da Aeronáutica para o Programa de Disseminação do BIM no âmbito do COMAER - ICA 85-17. (BRASIL, 2019)

Mesmo anteriormente a esta portaria, já existiam no Comando da Aeronáutica esforços sendo realizados no sentido de adoção da metodologia BIM. O Subdepartamento de Administração (SDAD) do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), em sua diretriz D003/SDAD//2018, de fevereiro de 2018, versa sobre a implantação do BIM no Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB),

determinando que suas ações sejam centralizadas na Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA), com a criação de padrões, processos BIM e banco de dados integrado, de forma a permitir o acessos de todos os envolvidos. A diretriz determina ainda que a aquisição, fornecimento e manutenção das licenças anuais de softwares BIM de todo o SISCEAB seja centralizada na CISCEA, de forma a garantir a compatibilidade de versões entre os elos, e que haja a capacitação continuada dos profissionais dos elos locais sob sua orientação e coordenação. (BRASIL, 2018)

A CISCEA tem se destacado na implantação do BIM, e em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), trabalha neste processo através da realização de três etapas: Projeto, Gestão e Manutenção, e Planejamento Físico Financeiro da Obra. Na primeira etapa a CISCEA desenvolveu o Projeto Piloto Integralmente em BIM da nova Torre de Controle do Bacacheri, em Curitiba / PR, utilizando nesta concepção os conceitos de dimensões 3D (modelagem), 4D (planejamento) e 5D (custo). Em paralelo ao desenvolvimento deste projeto, a CISCEA finalizou a fase de elaboração do BIM Mandate para projetos, padronizando as informações e regras para o desenvolvimento de modelos BIM na organização. A segunda etapa abarca a modelagem em BIM das instalações do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Curitiba (DTCEA-CT), com a intenção de adotar-se a gestão inteligente da edificação através de um Plano de Manutenção preventivo e corretivo integrado ao modelo 3D. Já a última etapa consiste na utilização da tecnologia no acompanhamento e fiscalização da obra da nova Torre de Controle de Bacacheri (TWR-BI). Com o auxílio do modelo virtual e projeto 3D, a fiscalização realizará o controle de medições visando maior efetividade das atividades. Esta etapa aguarda a finalização do processo licitatório para execução da obra. (DEFESANET, 2020)

Figura 35– Modelo do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Curitiba (DTCEA-CT)



Fonte:Defesanet (2020).

Devido ao seu avanço na implementação da tecnologia BIM, a CISCEA foi convidada pelo Órgão Central do SISENG, Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA), para participar do Grupo de Trabalho para propor novos padrões de projeto de edificação (BIM Mandate) para a Força Aérea Brasileira (FAB). A própria Instrução do Comando da Aeronáutica 85 - 17 elenca como atribuição da CISCEA: Compartilhar com o SISENG as experiências bem sucedidas de projetos em BIM porventura já implementados no âmbito do SISCEAB, e buscar interagir e somar esforços junto ao SISENG e ao ITA para o pleno sucesso do Programa.

No que diz respeito à capacitação, o Programa de disseminação do BIM no âmbito do COMAER considera três vertentes, sendo elas: Vertente prática, voltada ao treinamento em massa dos profissionais que atuam no SISENG, bem como ao desenvolvimento de templates e famílias customizadas; Vertente acadêmica, que inclui o treinamento em BIM na grade curricular do curso de graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica do ITA, além da criação de um curso de pós-graduação lato sensu no ITA para formação de especialistas em gerenciamento de projetos em BIM; e Vertente científica, que visa o desenvolvimento de plugins, por meio de pesquisas no ITA vinculadas a trabalhos de graduação, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado. O Programa de Disseminação estipula que o ITA deve apresentar plano de capacitação ao COMAER, para os mais diferentes níveis de formação técnica e acadêmica. Estabelece ainda que a

capacitação completa em BIM deve envolver no mínimo as disciplinas de arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, infraestrutura, orçamento, planejamento, tecnologia da informação, sistemas e coordenação de projetos. (BRASIL, 2019)

O programa de disseminação do BIM no COMAER, através da ICA 85-17, estipula um cronograma com as etapas que o compõem, com as respectivas expectativas e prazos para execução (BRASIL, 2019):

Figura 36 - Programa de disseminação do BIM no âmbito do COMAER - Cronograma

ETAPA	2019		2020	
	1º SEM	2º SEM	1º SEM	2º SEM
CAPACITAÇÃO				
APROVAÇÃO DO PLANO DE CAPACITAÇÃO	X			
TREINAMENTO EM MASSA NO SISENG		X	X	X
CURSO INTENSIVO NA GRADUAÇÃO DO ITA		X		X
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO NO ITA			X	X
INFRAESTRUTURA				
LEVANTAMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA	X			
ESPECIFICAÇÃO E PLANEJAMENTO DE AQUISIÇÕES		X		
ADEQUAÇÃO DE <i>HARDWARE</i> E <i>SOFTWARE</i>		X	X	X
CUSTOMIZAÇÃO				
COLETA DE PADRÕES EM USO	X			
SELEÇÃO DE ESTUDO DE CASOS	X			
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS <i>TEMPLATES</i> E FAMÍLIAS	X	X		
IMPLEMENTAÇÃO DOS NOVOS PRODUTOS		X	X	
RETROANÁLISE			X	
CORREÇÕES E MELHORIAS			X	X

Fonte: ICA 85-17 - Programa de disseminação do BIM no âmbito do COMAER.

Após reunião com a participação dos máximos dirigentes do DCTA, DIRINFRA, ITA, 4ª Subchefia do Estado Maior da Aeronáutica (EMAER), Centro de Estudos e Projetos de Engenharia (CEPE) e da Comissão de Obras do DCTA (CO-DCTA), teve início no dia 22 de abril de 2020 o Plano de Capacitação vinculado ao Programa de Disseminação do BIM no âmbito do COMAER, visando a capacitação massiva de seu corpo técnico de engenharia e arquitetura, bem como do corpo docente e discente do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). O referido Plano é liderado pelo ITA, tem o suporte do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e é coordenado pela Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (ITA, 2020). Plano este, no qual o autor deste trabalho está inscrito.

O Ministério da Defesa, através da Portaria Normativa Nº 56/GM-MD, de 6 de julho de 2020 definiu os empreendimentos, programas e as iniciativas de média e grande relevância para a disseminação do Building Information Modelling - BIM, no âmbito do Ministério da Defesa, definindo para a Força Aérea Brasileira as seguintes ações (BRASIL, 2020):

a) progressão contínua dos módulos de treinamento EAD afetos às disciplinas nas áreas de arquitetura, estruturas, instalações, planejamento e orçamento, no âmbito do Plano de Capacitação, sob a liderança do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA);

b) início dos módulos de treinamento EAD afetos às disciplinas específicas de infraestrutura, com ênfase em aeroportos, no âmbito do Plano de Capacitação, sob a liderança do ITA;

c) consolidação e validação do BIM Mandate da FAB, a partir da versão desenvolvida pelo Núcleo BIM da Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA), composto pelos processos, templates e famílias customizados;

d) aquisição de licenças de softwares BIM, para atender à demanda dos diversos elos do Sistema, mediante Ata de Registro de Preços;

e) aquisição de hardware, para atender à demanda dos diversos elos do Sistema, mediante Ata de Registro de Preços;

f) modernização do Laboratório BIM (LabBIM), da Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica do ITA, a fim de fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de soluções computacionais para potencializar o Programa de Disseminação do BIM no Comando da Aeronáutica;

g) contratação de consultoria técnico-especializada para desenvolvimento de projetos-piloto on the job training junto ao Centro de Estudos e Projetos de Engenharia (CEPE); e

h) contratação da obra de construção da Torre de Controle de Tráfego Aéreo de Bacacheri, em Curitiba, mediante licitação a partir de um projeto desenvolvido integralmente em BIM, pelo Núcleo BIM CISCEA, considerando as dimensões 3D, 4D e 5D.

O MD cita ainda na referida portaria que cada Força Armada deverá buscar e alocar recursos financeiros para realização de cursos de capacitação, aquisição dos softwares e hardwares necessários ao cumprimento desta, bem como quaisquer ações complementares que contribuam para o sucesso da disseminação do BIM. (BRASIL, 2020)

3. MÉTODO DA PESQUISA

3.1 Desenho da pesquisa

Este trabalho descreve, compara e avalia a execução de obras e serviços de engenharia através da metodologia convencional e da metodologia BIM. Segundo Gil, as pesquisas que têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis como esta são classificadas como pesquisas descritivas (GIL, 2007).

A fim de que os resultados se tornassem mais palpáveis e de fácil visualização, a pesquisa se desenvolveu em cima de um estudo de caso, a Reforma Geral de um Bloco Residencial na Vila dos Sargentos da Base Aérea de Florianópolis.

O paradigma é a obra executada na metodologia tradicional, com projetos em sistema Cad, quantitativos a partir dos arquivos em 2D, orçamentação manual, etc.. A revolução é a execução através da metodologia BIM, com o modelo 3D carregado de informações, de forma que há uma grande mudança no processo de produção e na geração de informações de projetos, que passam a não se tratar apenas de representações gráficas, mas da construção virtual da edificação ou, a modelagem.

Os dados da obra, da qual o autor foi fiscal e atuou no acompanhamento de toda sua execução, foram colhidos junto à Seção de Engenharia da BAFL, tais como os projetos básicos, planilha de estimativa de custos e formação de preços, projeto executivo, As-built, cronograma físico-financeiro, planilhas de medições, Termo aditivo, registros fotográficos, sistemas de acompanhamento, termos de recebimento provisório e definitivo, slides de prestações de contas, e demais documentos julgados relevantes para a pesquisa.

A fim de realizar uma pesquisa mais direcionada, este trabalho focou em comparar a obtenção dos quantitativos da obra nas duas metodologias, para isso o bloco residencial teve os projetos arquitetônico, de gás GLP e Hidrossanitário

modelados em BIM. Estes foram modelados em um LOD (nível de desenvolvimento) 400, já a parte estrutural, que não faz parte do escopo da obra, foi desenvolvida em um LOD 200.

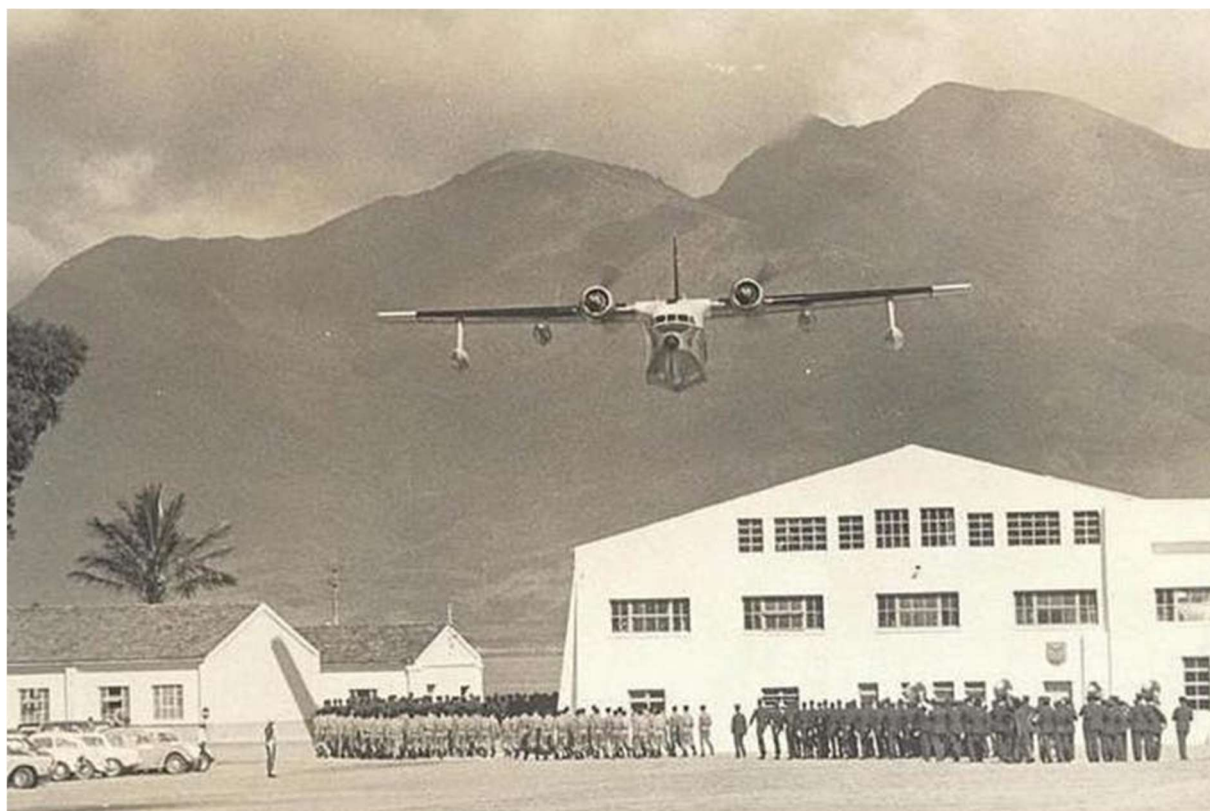
Com os dados da obra executada na metodologia tradicional e do modelo 3D da mesma obra, foram realizadas análises quantitativas com a intenção de identificar as principais vantagens e desvantagens entre as duas metodologias, bem como as dificuldades enfrentadas no processo de substituição da metodologia antiga pela metodologia BIM.

Por fim, os resultados foram analisados buscando-se apontar os possíveis benefícios e dificuldades da implantação e utilização da metodologia BIM.

3.2 Estudo de caso

3.2.1 Base Aérea de Florianópolis

Figura 37 - Programa de disseminação do BIM no âmbito do COMAER - Cronograma



Fonte: NSC (2016)

A Base Aérea de Florianópolis (BAFL) é uma Organização Militar do Comando da Aeronáutica, localizada na capital do estado de Santa Catarina, tem por finalidade prover o apoio necessário às Unidades Aéreas e às Unidades de Aeronáutica que

nela operem, permanente ou temporariamente, ou que nela estejam sediadas. A unidade foi criada em 22 de maio de 1941, após a criação do Ministério da Aeronáutica em 20 de janeiro do mesmo ano. Com o decorrer dos tempos esta base recebeu diferentes nomes e várias missões e a sua posição privilegiada respondeu às crescentes necessidades provocadas pelo progresso aeronáutico, bem como prestou sempre irrestrito apoio, auxílio e socorro aos cidadãos catarinenses que, em momentos de calamidade, viram-se necessitados, como nas enchentes da década de 1980 e, mais recentemente, em 2008 (BAFL, 2020).

Figura 38 - Base Aérea de Florianópolis, setembro de 2019



Fonte: Defesatv (2019)

A Base Aérea também sedia o Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Florianópolis, responsável pelo controle das aeronaves que cruzam, chegam ou saem da capital de Santa Catarina, bem como pela produção e divulgação de informações meteorológicas e aeronáuticas, utilizando-se de uma vasta gama de equipamentos de detecção e de comunicações, além de pessoal especializado e qualificado e o Esquadrão de Saúde de Florianópolis (ES-FL), responsável por prestar assistência em Saúde e apoiar as atividades operacionais realizadas na Guarnição de Aeronáutica de Florianópolis (BAFL, 2020).

3.2.2 Obra de Reforma Geral do Bloco Residencial R-2091

O estudo de caso em questão tem como base a obra de Reforma Geral do Bloco Residencial R-2091, na vila dos sargentos da BAFL, executado no decorrer do ano de 2019 e para qual o autor deste projeto foi designado, pelo comandante da unidade, como fiscal, participando ativamente em todas as atividades referentes à obra e sendo o principal representante e elo entre a chefia da Seção de Engenharia e o andamento da obra.

Composto por três pavimentos tipo e pilotis, sendo dois apartamentos por andar, o bloco residencial R-2091 foi construído e entregue em 26 de junho de 1990, e desde então, poucas manutenções foram realizadas. Diante das péssimas condições de habitabilidade do imóvel, foi providenciada sua desocupação em 22 de setembro de 2014 e desde então, gestões internas do órgão foram realizadas para obtenção de recursos financeiros a fim de viabilizar a reforma do bloco.

A Figura 1 abaixo fornece uma visão geral do bloco residencial R-2091. Já a Figura 2, evidencia sua localização.

Figura 39 – Visão geral do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL



Fonte: Autor (2019)

Figura 40 – Localização do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL



Fonte: Autor (2019)

O bloco 2091 da vila dos graduados da BAFL encontrava-se com as suas instalações hidrossanitárias, pluviais e mecânicas em elevado estágio de corrosão; problema que veio a refletir não só nos elementos de acabamento da edificação (reboco e cerâmicas), como no conforto e segurança dos usuários. No tocante à segurança, as tubulações do sistema de aquecimento de água, por exemplo, apresentavam corrosões que poderiam resultar no vazamento de gás GLP, causando sérios riscos de explosão.

Figura 41 – Tubulações de gás em avançado estado de corrosão



Fonte: Autor (2019)

Desta forma, o bloco 2091 passava não só por problemas de vazamento de água das diferentes tubulações (hidráulicas, pluviais e de contraincêndio), mas também de degradação generalizada dos revestimentos, tanto os revestimentos de argamassa cobertos por pintura, como os revestimentos cerâmicos.

Figura 42– Problemas ocasionados nos revestimentos em função da corrosão



Fonte: Autor (2019)

Figura 43 – Mais fotos dos problemas ocasionados nos revestimentos



Fonte: Autor (2019)

É evidente que o custo para substituição das tubulações em um prédio já edificado, como é o caso do bloco 2091, é substancialmente superior ao custo para colocação de novas tubulações em um prédio na sua fase construtiva, já que neste,

uma série de demolições e reparações de elementos construtivos não são necessários, pois durante a elevação da edificação a inserção das tubulações dos diferentes sistemas (hidrossanitários, mecânicos, etc) ocorre de forma concomitantemente.

Considerando-se a intervenção no imóvel, e o considerável investimento de recursos, alinhado ao fato de que o bloco residencial encontrava-se inteiramente desocupado, seria ilógico não aproveitar a reforma para a realização de reparos na rede de esgoto, bem como de uma modernização na rede elétrica, esta embasada ainda pela adequação à demanda energética dos chuveiros e torneira elétrica na pia da cozinha, que, com a reforma, não mais seriam alimentadas por sistema de aquecedor a gás, mas sim por aquecimento elétrico. A inclusão destes sistemas na reforma é justificada ainda pela intenção de se evitar que poucos anos após a realização da reforma, estes demandassem nova intervenção, mais uma vez, evitando-se o desperdício de recursos públicos a serem aplicados no imóvel.

O contrato foi firmado com a empreiteira vencedora da licitação no valor total de R\$ 735.084,74 e previu o prazo de 300 dias corridos, a contar de 08 de fevereiro de 2019, data da assinatura da ordem de serviço, e término da execução previsto para 03 de dezembro de 2019.

Figura 44 – Cercamento da área de obra com tapume e placa da obra



Fonte: Autor (2019)

O objeto principal desta reforma, foi a troca das tubulações das instalações hidrossanitárias (água fria, esgoto e pluvial), do sistema de gás e sistema hidráulico preventivo por tubulações novas, bem como a substituição e modernização do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e instalações elétricas. Além disto, foram trocados também todos os revestimentos de piso dos apartamentos, revestimento cerâmico das paredes dos banheiros, cozinhas e áreas de serviço, recuperação, emassamento e pintura de todas as demais paredes e tetos, substituição de todos os forros, dentre outros serviços de acabamentos, não sendo objeto desta reforma quaisquer serviços de natureza estrutural.

Com o andamento da reforma e a observação apurada durante a execução desta, foi possível detectar alguns serviços que na fase de projeto não puderam ser identificados, bem como, alguns tópicos com vistas ao atendimento às normas dos Bombeiros, que inicialmente não faziam parte do escopo do serviço contratado, porém que seriam necessários para a obtenção do habite-se da edificação, não estando, portanto, previstos na planilha orçamentária inicial.

Assim sendo, após solicitação da empreiteira e minuciosas análises e levantamentos feitos pela fiscalização, o contrato foi aditivado no valor de R\$65.096,60 e prazo de 15 dias corridos, totalizando para a reforma do bloco residencial o custo de R\$ 800.980,09 e prazo de 315 dias corridos.

3.3 Limitações da pesquisa

No desenvolvimento deste trabalho não foram modelados os projetos estruturais pois estes não faziam parte do escopo da obra, já o projeto elétrico não foi modelado devido à limitação de tempo para o desenvolvimento da pesquisa. Pela mesma razão, não foram gerados alguns dos quantitativos de demolições, tendo em vista que implicaria além da modelagem do projeto da reforma, também a modelagem do projeto original.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Modelagem BIM

Para a análise dos resultados com a finalidade de comparar as metodologias BIM com a metodologia tradicional foram modelados os projetos arquitetônico, hidrossanitário, de instalações de gás e sistema hidráulico preventivo (SHP). Desta forma, as informações do escopo da obra foram levantadas e organizadas de modo que o modelo BIM fosse desenvolvido associando os elementos deste com os itens do escopo da reforma, possibilitando a comparação da obra executada com o modelo BIM concebido, e facilitando a geração de quantitativos dos mesmos itens para a melhor comparação de resultados.

Em posse da Planilha de estimativa de custos e formação de preços da obra realizada, o autor elencou as composições e materiais a serem modelados e quantificados. Em seguida foi realizado o planejamento de modelagem e extração de quantitativos, atribuindo a cada composição um parâmetro de projeto, o elemento do modelo a ser relacionado o parâmetro a ser considerado e a unidade dos quantitativos obtidos. A planilha completa encontra-se no Apêndice A trabalho.

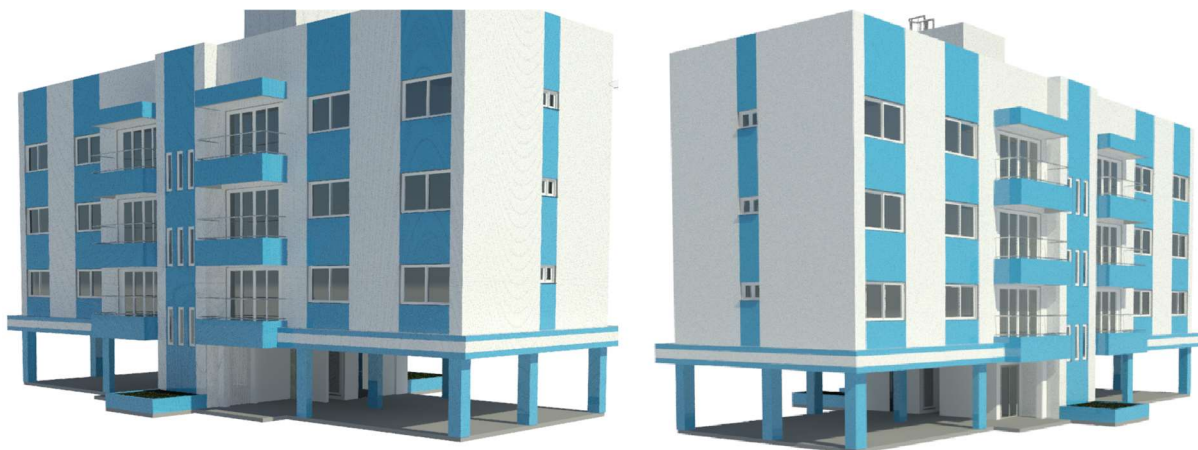
Figura 45 – Planejamento de modelagem e extração de quantitativos

Cod.	Relação dos Serviços	ELEMENTO	PARÂMETRO PROJETO	PARÂMETRO	Unid
1	REDE DE CAPTAÇÃO E ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
1.1	REPARAÇÕES NA COBERTURA				
1.1.1	Remoção de telhas de fibrocimento, de forma mecanizada, com uso de guindaste, sem reaproveitamento	Telhado	DEMOLIR	Área	M²
1.1.2	Imunização de madeiramento utilizando cupiníçida	Telhado	CONSTRUIR	Área	M²
1.1.3	Fornecimento e instalação de novas telhas onduladas de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral mínimo de 1 1/4 de onda , incluso içamento	Telhado	CONSTRUIR	Área	M²
1.1.4	Fornecimento e instalação de cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, incluso acessórios de fixação e içamento	Cumeeira	CONSTRUIR	Comprimento	M
1.1.5	Fornecimento e instalação de rufo em fibrocimento para telha ondulada e = 6 mm, aba de 26 cm, incluso transporte vertical	Rufo	CONSTRUIR	Comprimento	M
1.2	REPARAÇÕES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO / ARGAMASSA				
1.2.1	Recomposição de calha de concreto com aditivos impermeabilizantes	Piso	Impermeabilizar	Comprimento	M

Fonte: Autor (2021)

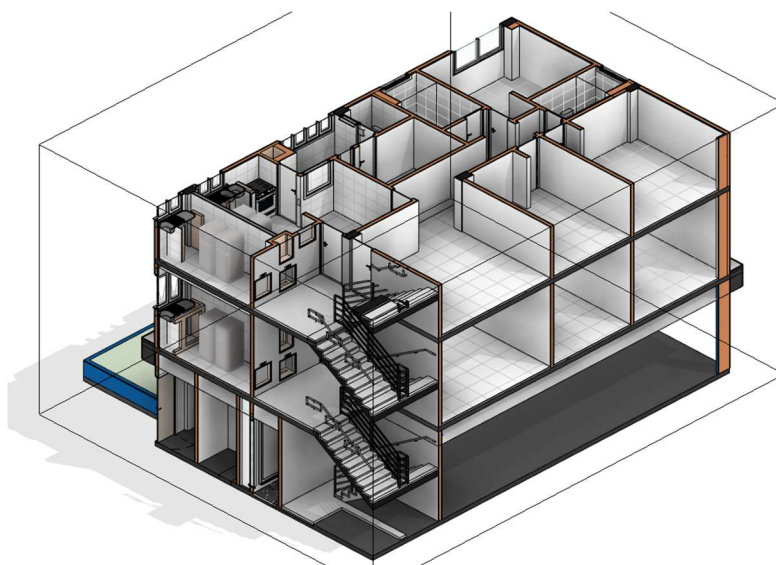
Assim sendo, iniciou-se pela produção do projeto arquitetônico, seguido pelos projetos complementares que compõem o escopo da empreitada em estudo, em todos os casos atentando-se a todos os detalhes construtivos, acabamentos, materiais, demolições e novas instalações fielmente ao que foi executado na obra.

Figura 46– Fachada do Bloco 2091



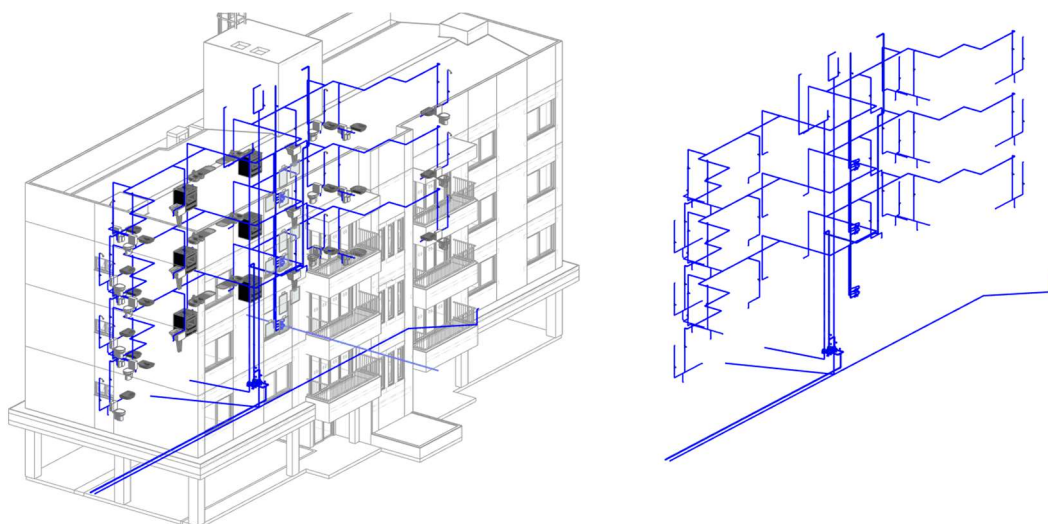
Fonte: Autor (2021)

Figura 47– Corte escada e pavimento tipo



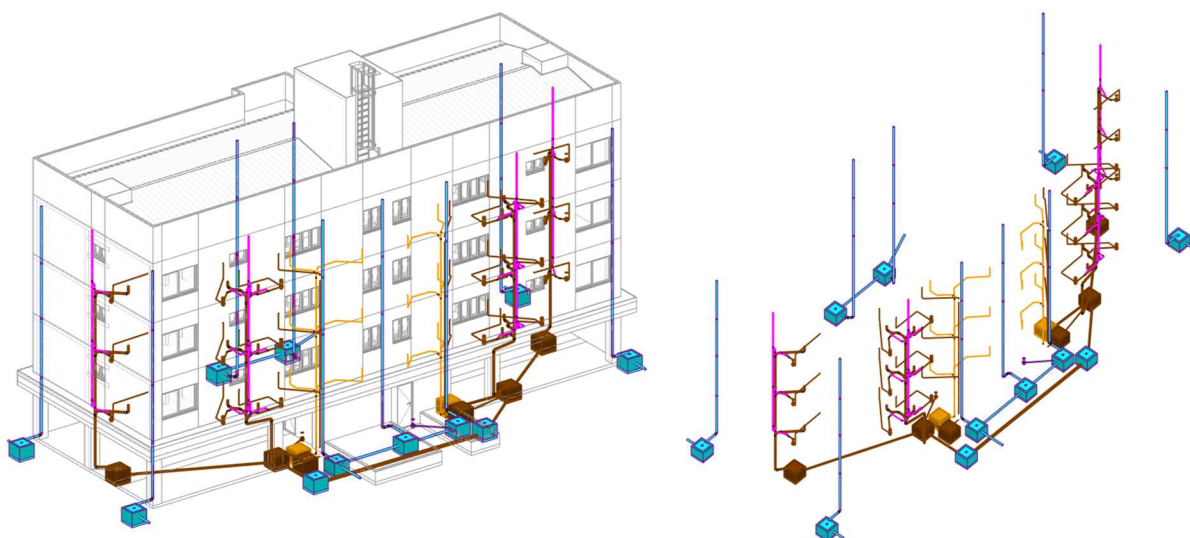
Fonte: Autor (2021)

Figura 48 – Instalações de água fria



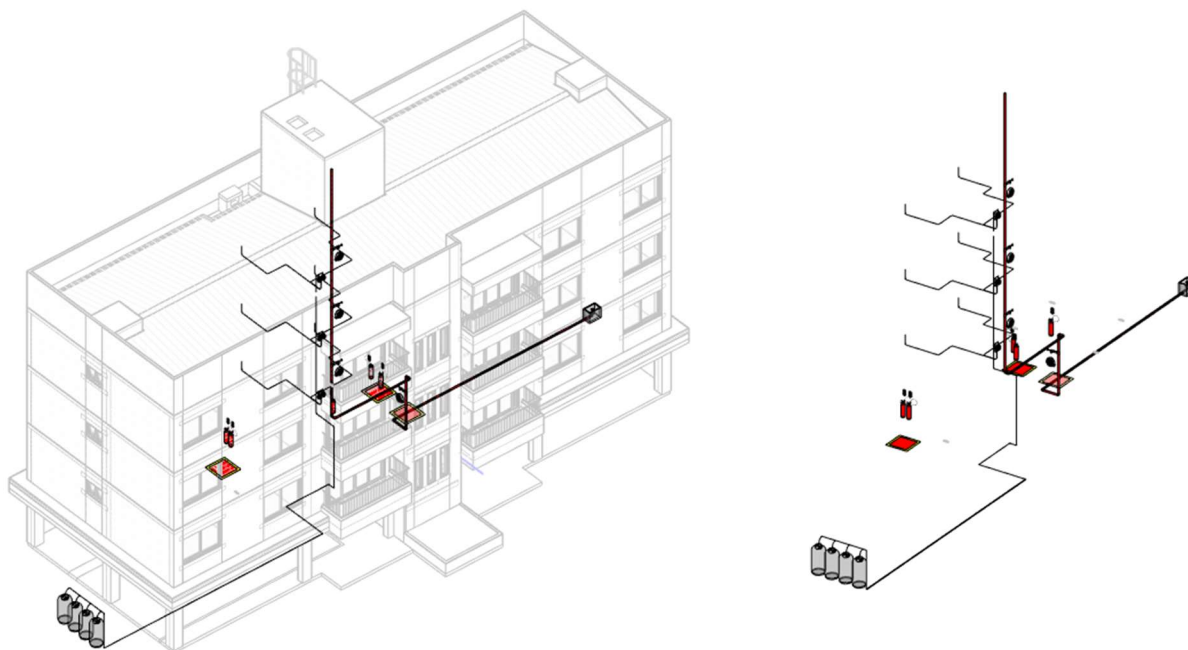
Fonte: Autor (2021)

Figura 49 – Rede de esgoto e águas pluviais



Fonte: Autor (2021)

Figura 50 – Instalações de gás e sistema hidráulico preventivo



Fonte: Autor (2021)

Com a finalidade de relacionar os elementos do modelo às informações do escopo bem como atender à correta extração de quantitativos, o desenvolvimento dos modelos seguiu cuidados e critérios específicos para este fim, tais como:

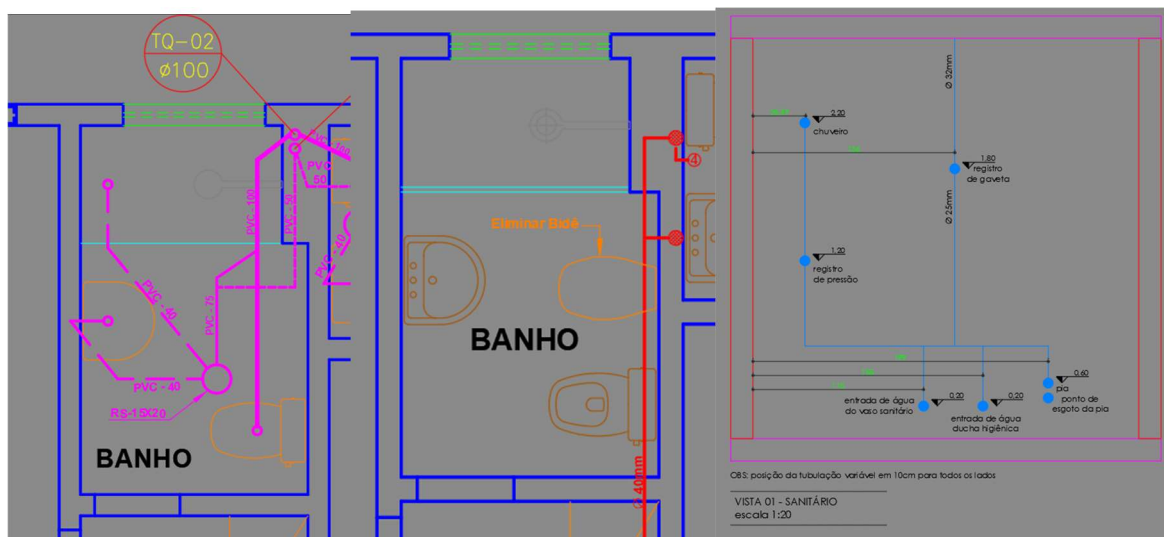
- a classificação dos elementos quanto à categoria (Parede, Piso, Janela, Porta, etc.);
- o nome dado ao elemento (revestimento, pintura, etc.);
- o método de extração (que informação será colhida do elemento. Área, volume, comprimento, etc.); e
- parâmetros, utilizados para classificar e organizar os elementos (Demolir, construir, pluvial, SHP, etc.).

4.2 Nível de detalhamento

Embora seja mais difícil de se mensurar os verdadeiros ganhos da modelagem tridimensional, mesmo para a geração de plantas 2D, o autor considera de grande importância dar destaque a este quesito, na intenção de se demonstrar o imenso ganho de qualidade dos projetos gerados, e a clara minimização de possíveis dúvidas

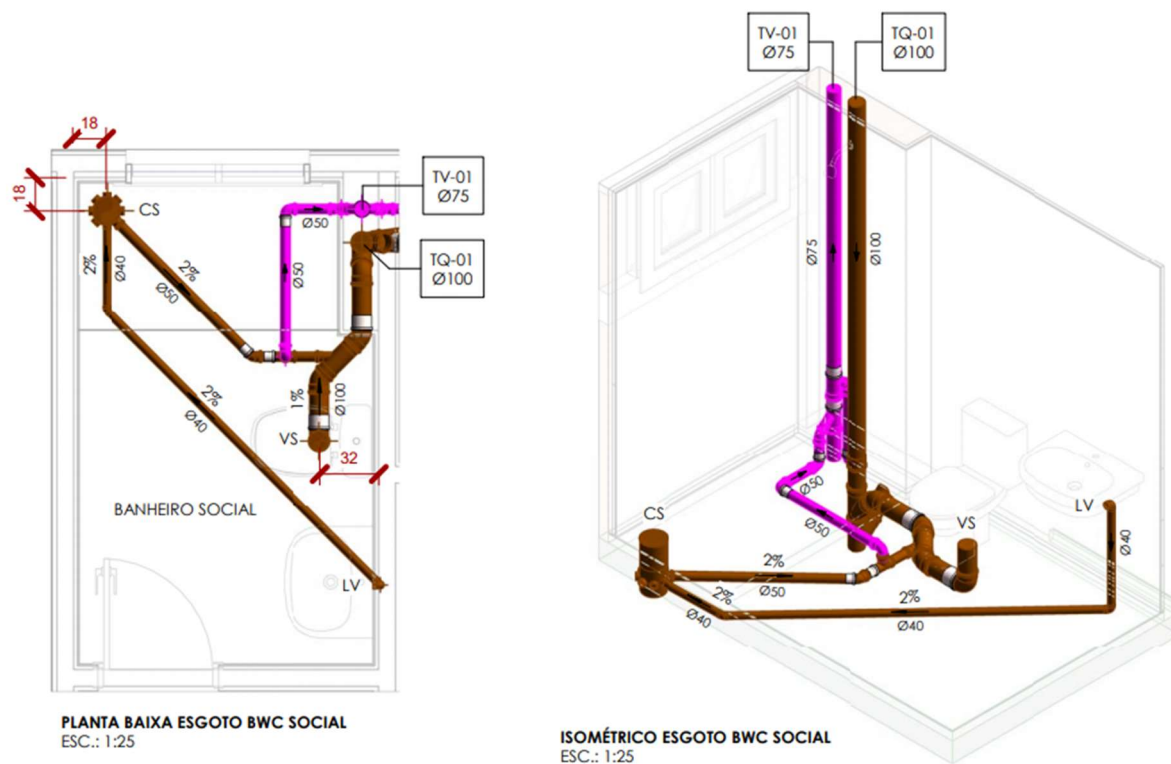
por quaisquer envolvidos no processo de construção. Desta forma, segue abaixo detalhes comparativos entre as duas metodologias.

Figura 51 – Detalhe de esgoto, água fria e vista do banheiro em software CAD



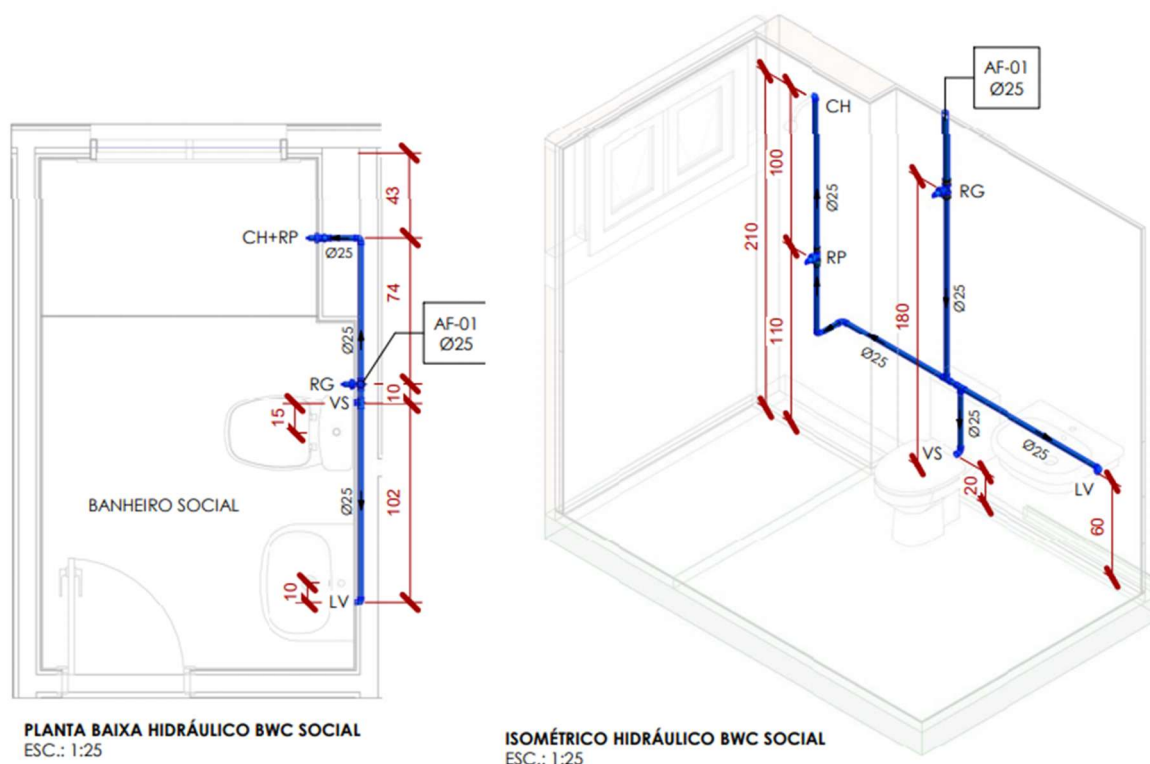
Fonte: Seção de Engenharia da BAFL (2019)

Figura 52 – Detalhe de esgoto do banheiro em planta e vista 3D



Fonte: Autor (2021)

Figura 53 – Detalhe da rede de água fria do banheiro em planta e vista 3D



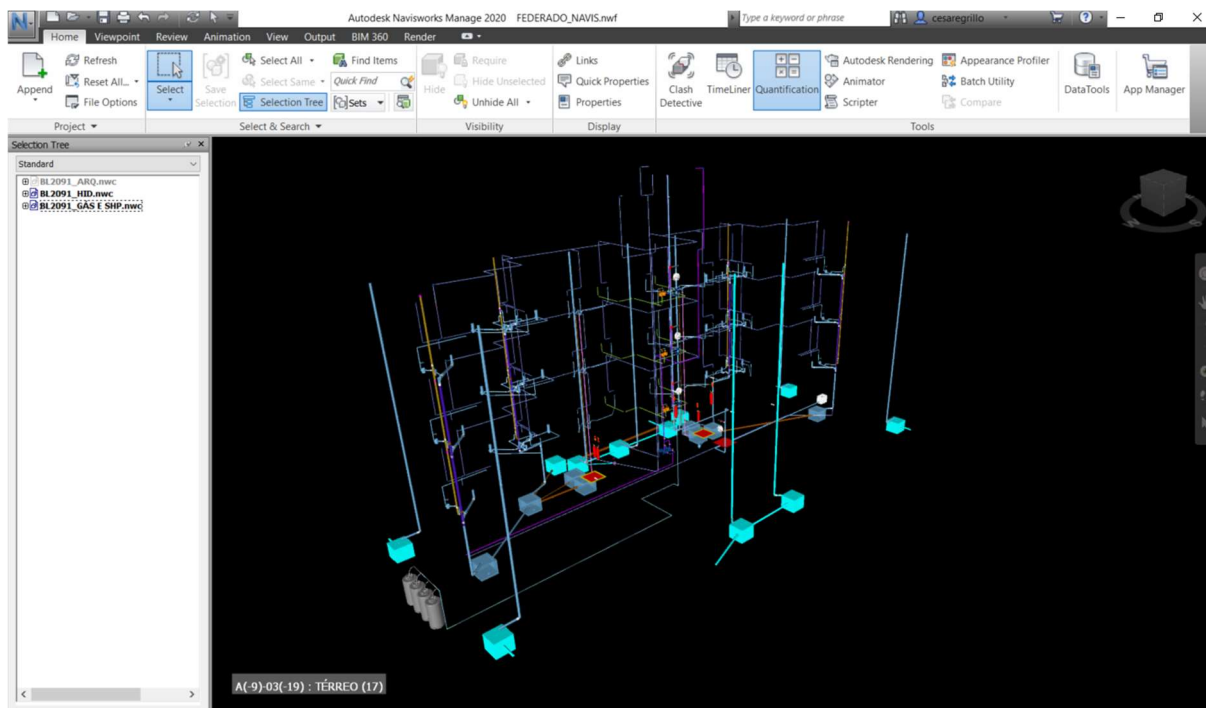
Fonte: Autor (2021)

4.3 Extração de quantitativos

A extração dos quantitativos foi realizada com a utilização do software Navisworks, versão 2020. Desta forma é necessário que os softwares BIM se comuniquem. Esta comunicação, ou leitura do modelo pelo Navisworks pode ser realizada diretamente com a utilização de arquivos Revit (.rvt). Tal procedimento facilita o processo caso sejam identificadas alterações necessárias no modelo, de modo que estas poderiam ser lidas pelo software de quantificação com um simples comando de atualizar. No entanto, este procedimento pode demandar muito da máquina, deixando os arquivos pesados, assim o autor optou por exportar o modelo no formato “.nwc”, que pode ser lido, manuseado e trabalhado pelo Navisworks de forma bastante leve e prática.

Assim, é criado no Navisworks um arquivo federado, no qual todas as disciplinas modeladas são vinculadas.

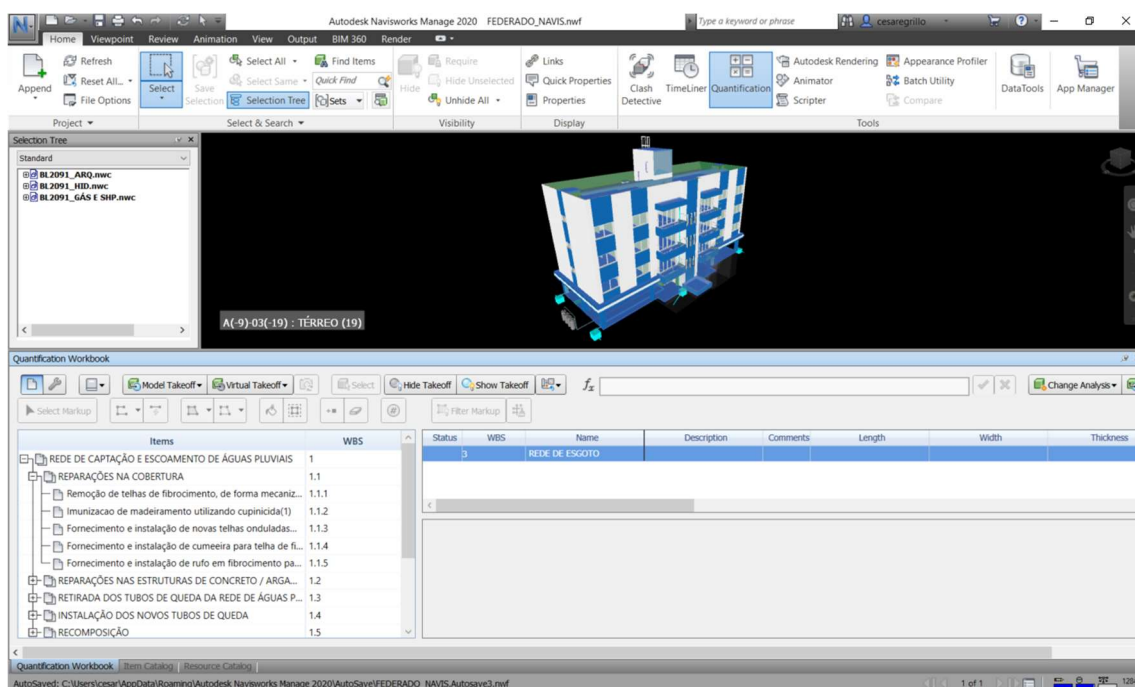
Figura 54 – Arquivo federado com a adição de todas as disciplinas modeladas



Fonte: Autor (2021)

Em seguida é realizada a confecção do “Quantification Workbook”. no qual são relacionados todos os grupos, subgrupos e composições a serem vinculados ao modelo. Nesta etapa procurou-se realizar o lançamento exatamente como a planilha de execução da reforma, de modo a facilitar a comparação de resultados.

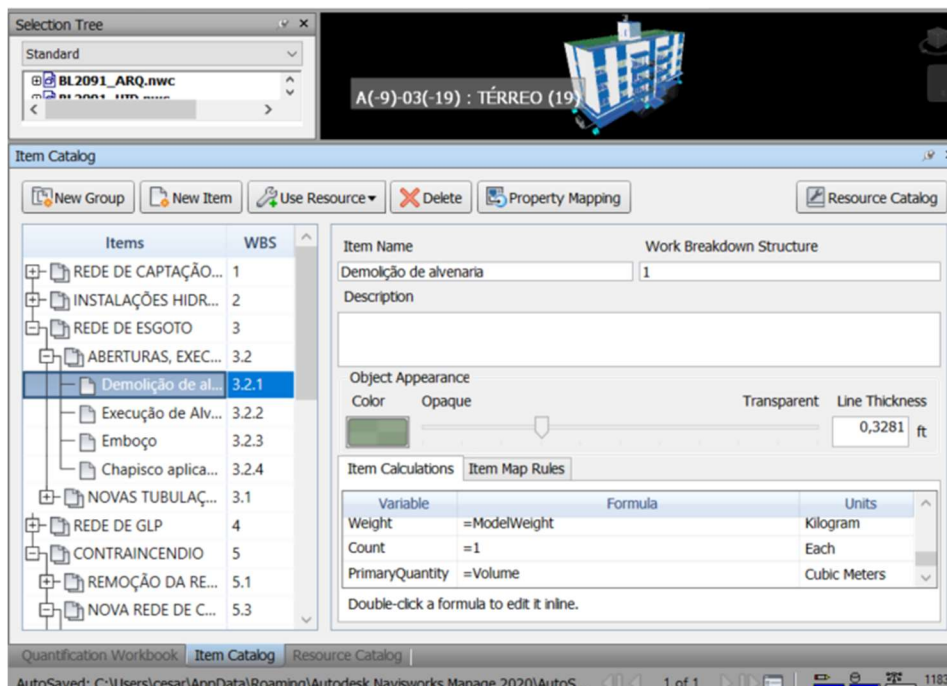
Figura 55 – Confecção do Quantification Workbook



Fonte: Autor (2021)

No próximo passo é editado o “Item Catalog”, no qual cada composição do *Quantification Workbook* é alimentada, informado ao software qual parâmetro ou fórmula ele deverá buscar e em que unidade retornar o resultado.

Figura 56 – Alimentando o Item Catalog

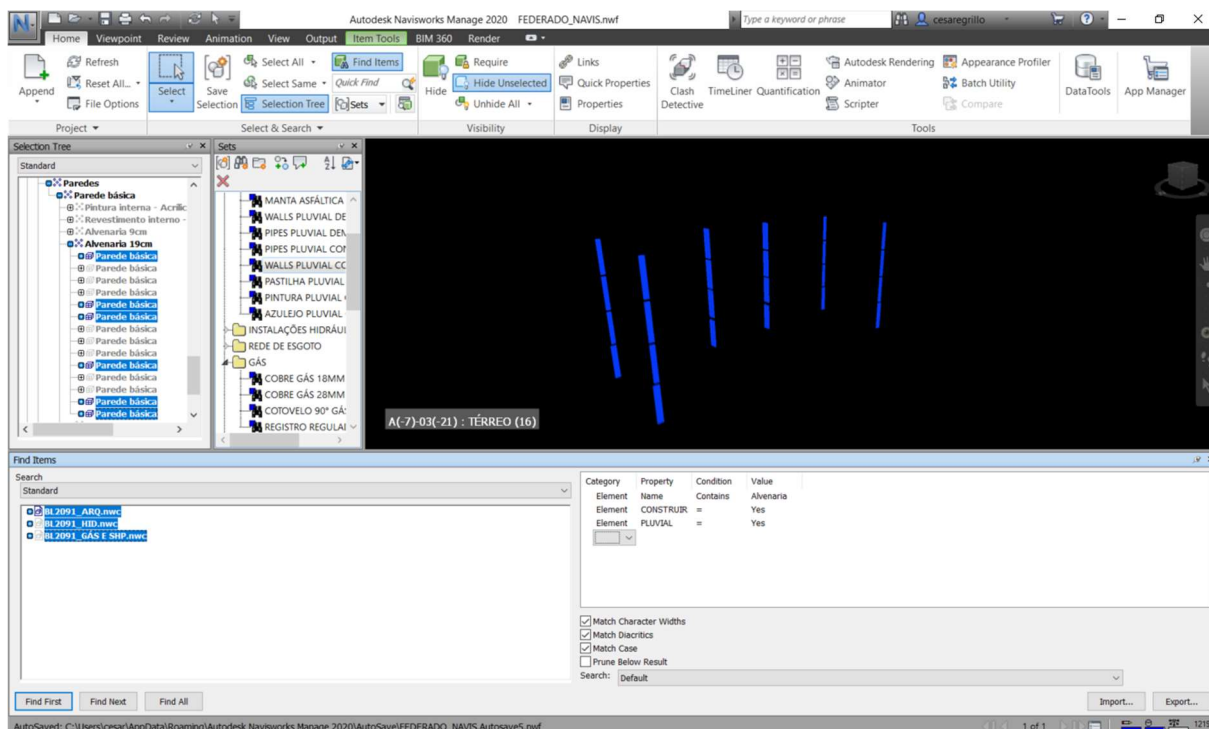


Fonte: Autor (2021)

Ativando-se a janela “Find Items” é hora de selecionar os grupos de elementos do modelo a serem correlacionados com as composições do *Quantification Workbook*. Esta busca é realizada configurando no software os campos “category”, “property” no qual pode-se apontar os parâmetros adotados durante a confecção do modelo para setorizar os elementos, “condition” e “value”, de forma a selecionar todos os elementos correspondentes a cada composição. O software possibilita ainda que a seleção seja isolada para uma conferência visual no modelo.

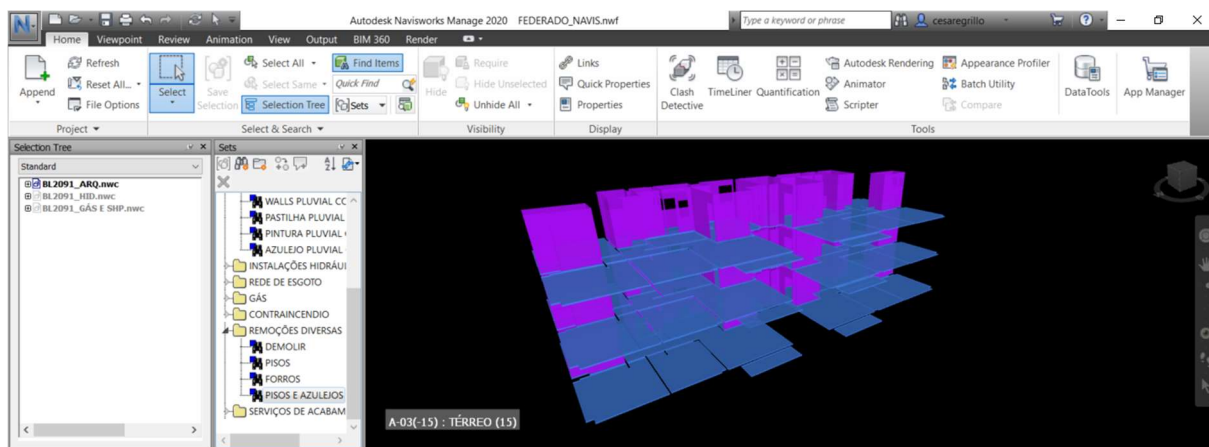
Com a finalidade de dar celeridade e agilidade ao processo, esta etapa é feita em posse da planilha de planejamento de quantitativos confeccionada anteriormente. Assim o usuário realiza a busca referente a cada composição e a salva no campo “Sets”.

Figura 57– Visualização no Navisworks dos elementos de alvenaria a serem demolidos para instalação de nova rede de águas pluviais



Fonte: Autor (2021)

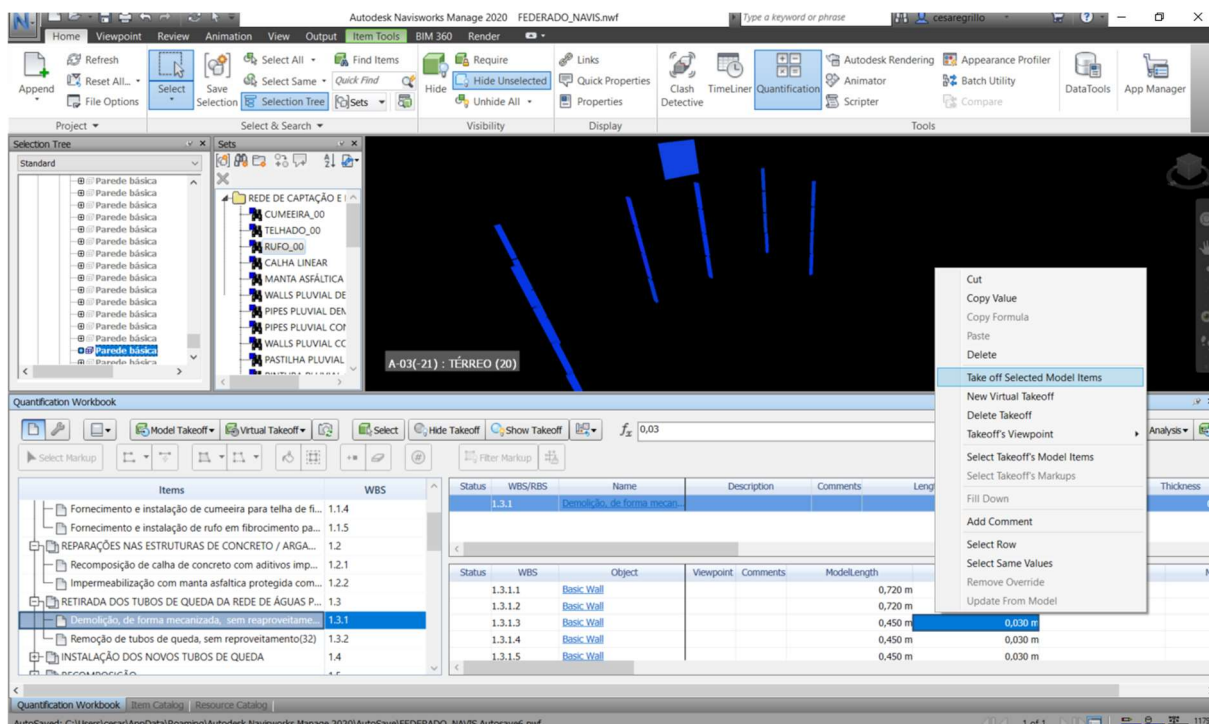
Figura 58 – Visualização de todos os revestimentos cerâmicos de piso e paredes a serem vinculados à composição “Regularização de superfícies para recebimento de revestimentos”



Fonte: Autor (2021)

Com o “Search” selecionado clica-se na composição correspondente a este no Quantification Workbook e executa-se o comando “Take off selected Model Items”, desta forma a composição estará vinculada aos elementos do modelo e já configurada sobre que informações deve coletar deles.

Figura 59 – Vinculando composições aos elementos do modelo



Fonte: Autor (2021)

Por fim o *Quantification Workbook* é exportado no formato “.xlsx” e é gerada uma tabela dinâmica com os quantitativos de todos os insumos vinculados aos elementos do modelo tridimensional. A planilha completa estará anexa ao trabalho, no Apêndice B.

Figura 60 – Tabela de quantitativos Navisworks

Rótulos de Linha	PrimaryQuantity
CONTRA INCENDIO	
NOVA REDE DE CONTRA INCENDIO	
Fornecimento e instalação de tubo aco galvanizado com costura, classe media, DN 2.1/2", e = *3,65* mm, peso *6,51* kg/m (NDR 5580) com registro e conexões	29,56
REMOÇÃO DA REDE EXISTENTE	
Demolição de alvenaria	5,84
Execução de Alvenaria	30,73
REPARAÇÕES E PINTURA	
Reparações na rede existente e pintura das novas tubulações (jateamento com areia em estrutura metalica, fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	11,69

Fonte: Autor (2021)

4.4 Análise dos resultados de quantificação

Em posse da planilha de execução da reforma, juntamente com a planilha de quantitativos extraída do modelo BIM manusearam-se as informações de forma a compará-las entre si.

Aplicando na planilha de obra os quantitativos obtidos no modelo, é possível observar as diferenças resultantes nos quantitativos de cada composição, e dividindo-

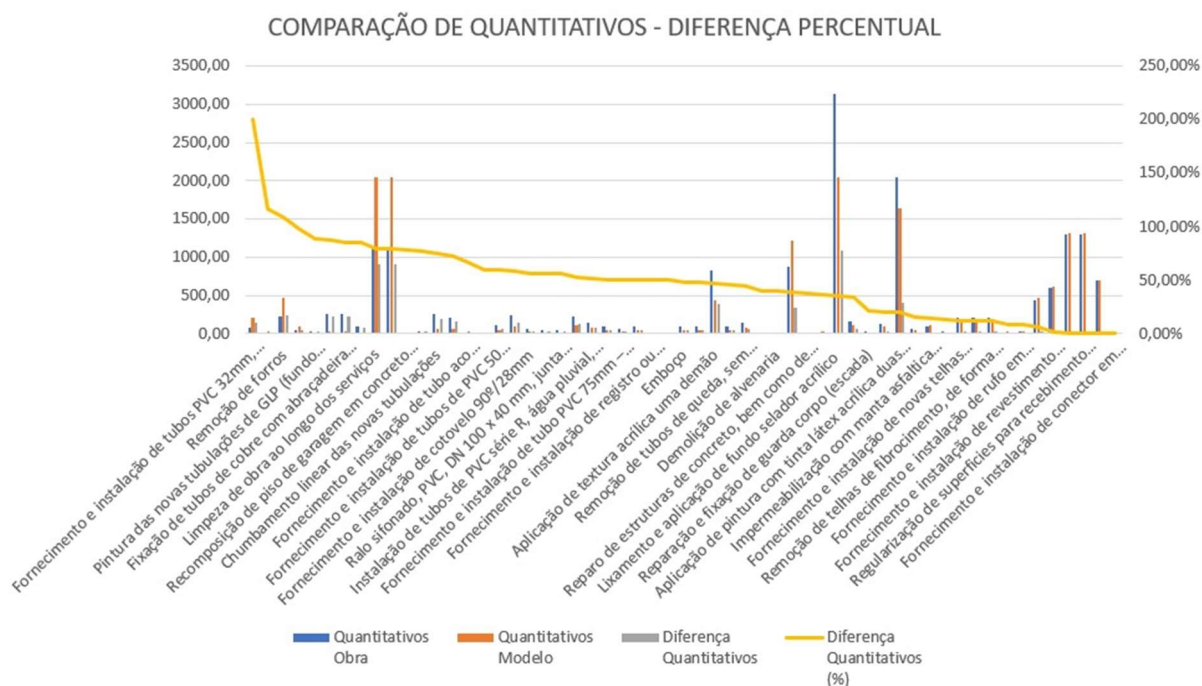
se esta diferença pelo total previsto na planilha de obras, é possível inferir a porcentagem de desvio entre as duas metodologias de quantificação. A fim de facilitar a visualização dos resultados a planilha foi hierarquizada na ordem decrescente de diferença percentual. A planilha completa encontra-se no apêndice C.

Figura 61 – Comparação de quantitativos - Diferença percentual

Cod.	Relação dos Serviços	Unid	Quantitativos Obra	Quantitativos Modelo	Diferença Quantitativos	Diferença Quantitativos (%)
2.1.4	Fornecimento e instalação de tubos PVC 32mm, com conexões, acessórios e fixação	M	72,00	216,00	144,00	200,00%
2.1.10	Fornecimento e instalação de registro de gaveta com acabamento e canopla cromados, simples, bitola 1"	UN	12,00	26,00	14,00	116,67%
6.1	Remoção de forros	M²	224,00	468,00	244,00	108,93%
3.1.3	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 40 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	M	52,00	103,00	51,00	98,08%
4.2.2	Pintura das novas tubulações de GLP (fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	M2	26,00	3,00	23,00	88,46%
4.1.1	Fornecimento e instalação de tubo em cobre rígido, DN 28 classe a	M	260,00	31,00	229,00	88,08%
4.1.2	Fixação de tubos de cobre com abraçadeira metálica flexível 18 mm	M	260,00	37,00	223,00	85,77%
1.5.4	Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 10 x 10 cm	M²	96,00	14,00	82,00	85,42%
6.6	Limpeza de obra ao longo dos serviços	M²	1144,00	2055,00	911,00	79,63%
7.1.3	Limpeza final de obra	M²	1144,00	2055,00	911,00	79,63%
7.1.4	Recomposição de piso de garagem em concreto de alta resistência	M²	9,00	16,00	7,00	77,78%
4.1.5	Fornecimento e instalação de luva de cobre DN 28 mm,	UN	30,00	7,00	23,00	76,67%
4.1.3	Chumbamento linear das novas tubulações	M	260,00	67,00	193,00	74,23%

Fonte: Autor (2021)

Analisando-se esta planilha é possível perceber que na maioria das composições a diferença entre os quantitativos foi superior a 50%. Cabe ressaltar que a obra não está sendo analisada em sua totalidade, mas sim alguns sistemas específicos, bem como que as mudanças na execução do sistema de água fria e sistema de gás carregam grande parte destas diferenças percentuais. No entanto, é importante evidenciar que estas alterações poderiam ser antecipadas para a fase de projeção caso estes estivessem sendo desenvolvidos na metodologia BIM, assim como o fornecimento dos quantitativos seriam substancialmente mais precisos e a especificação dos materiais mais assertiva.

Figura 62 – Curva de diferença percentual entre os quantitativos

Fonte: Autor (2021)

Em seguida o autor utilizou a mesma planilha para associar aos quantitativos oriundos do modelo BIM os custos unitários de cada composição a ser analisada, buscando-se desta forma, ter uma ideia em termos de finanças do quanto de fato representa a obtenção da quantificação com o uso da metodologia BIM.

Assim sendo foi adicionada à planilha, além da coluna “Quantificações Modelo” a coluna “Custo Total Modelo” e “Diferença (Obra-Modelo) R\$” que, preenchidas com fórmulas simples, demonstraram o impacto financeiro da comparação entre as duas metodologias. Mais a frente é realizada uma análise das discrepâncias que geraram estas diferenças.

Também com o propósito de se focar maior atenção nos itens de maior vulto financeiro, a planilha foi hierarquizada, sendo as composições classificadas na ordem decrescente de valores de diferença entre as duas quantificações. A planilha completa encontra-se no Apêndice D deste trabalho.

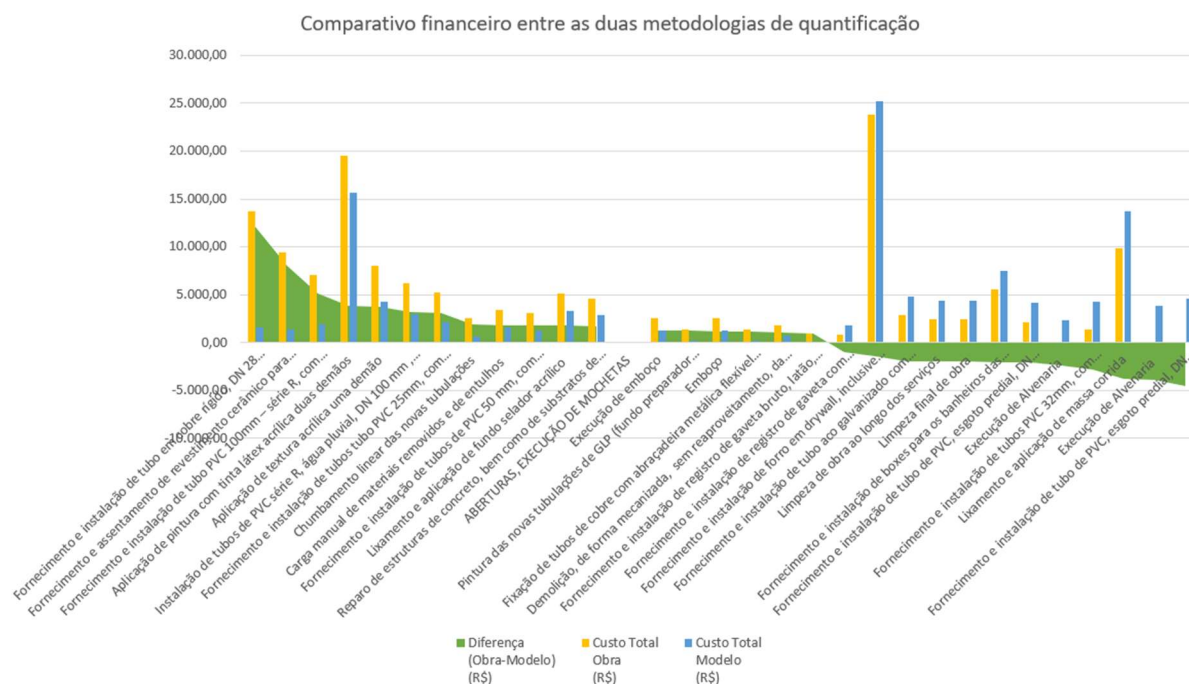
Figura 63 – Comparação de quantitativos - Diferença em valores

Cod.	Relação dos Serviços	Custo Total Obra (R\$)	Custo Total Modelo (R\$)	Diferença (Obra-Modelo) (R\$)
4.1.1	Fornecimento e instalação de tubo em cobre rígido, DN 28 classe a	13.704,60	1.634,01	12.070,59
1.5.4	Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 10 x 10 cm	9.379,20	1.367,80	8.011,40
3.1.1	Fornecimento e instalação de tubo PVC 100mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	7.079,12	1.951,72	5.127,40
7.10	Aplicação de pintura com tinta látex acrílica duas demãos	19.517,44	15.676,85	3.840,59
7.11	Aplicação de textura acrílica uma demão	8.001,20	4.270,52	3.730,68
1.4.1	Instalação de tubos de PVC série R, água pluvial, DN 100 mm , inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	6.259,50	3.004,56	3.254,94
2.1.5	Fornecimento e instalação de tubos tubo PVC 25mm, com conexões, acessórios e fixação	5.227,20	2.156,22	3.070,98
5.3.1	Fornecimento e instalação de tubo aco galvanizado com costura, classe media, DN 2.1/2", e = *3,65* mm, peso *6,51* kg/m (NDR 5580) com registro e conexões	2.865,78	4.776,30	-1.910,52
6.6	Limpeza de obra ao longo dos serviços	2.448,16	4.397,70	-1.949,54
7.13	Limpeza final de obra	2.448,16	4.397,70	-1.949,54
7.1	Fornecimento e instalação de boxes para os banheiros das suites (1,40 x 1,90) e banheiros sociais (1,45 x 1,90) em vidro temperado, espessura 10mm, fornecimento e instalacao	5.524,20	7.533,00	-2.008,80
3.1.3	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 40 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	2.091,96	4.143,69	-2.051,73
3.2.2	Execução de Alvenaria	0,00	2.389,17	-2.389,17
2.1.4	Fornecimento e instalação de tubos PVC 32mm, com conexões, acessórios e fixação	1.409,76	4.229,28	-2.819,52
7.8	Lixamento e aplicação de massa corrida	9.876,20	13.695,60	-3.819,40
3.2.2	Execução de Alvenaria	0,00	3.853,50	-3.853,50
	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 50 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	0,00	4.558,68	-4.558,68

Fonte: Autor (2021)

Através da planilha pode-se visualizar uma diferença financeira total de R\$31.840,12, considerando-se os itens com quantitativos a mais que o necessário na execução, juntamente com os itens que foram quantificados a menos que o necessário, ou seja, as supressões e adições do projeto. Em uma análise superficial, pode-se chegar à conclusão de que a diferença não é tão relevante, levando-se em conta o valor total do empreendimento, no entanto, seria esta uma conclusão precipitada. A verdadeira diferença a ser considerada, deve somar os módulos dos valores das diferenças entre os dois quantitativos, pois embora tenha-se a impressão de que os valores positivos e negativos se anulam, estes também representam falhas na projeção, sendo eles, inclusive, os que incorrem na necessidade de termos aditivos ao contrato, que acaba por gerar retrabalho, e ônus à instituição.

Figura 64 – Comparativo financeiro entre as duas metodologias de quantificação



Fonte: Autor (2021)

O gráfico acima torna mais fácil o entendimento de que as diferenças positivas e negativas entre as duas metodologias de quantificação não se anulam. As barras amarela e azul representam os valores em cima das quantificações com a metodologia tradicional e a metodologia BIM, já a área em verde, representa a diferença financeira entre os dois processos de quantificação, sendo a área acima do eixo das abscissas (horizontal) a representação de quantitativos que foram superdimensionados, ou seja, a serem suprimidos, já a área verde abaixo do eixo das abscissas representa os quantitativos que foram subdimensionados, aqueles que devem ser aditivados. Já o total da área verde representa o real desvio do ideal de projeto.

Da planilha de comparação em valores colhemos os seguintes resultados:

- Valor a ser suprimido devido à diferença na quantificação: R\$ 65.675,58
- Valor a ser aditivado devido à diferença na quantificação: R\$ 33.835,46
- Desvio total do ideal de projeto: R\$ 99.511,04

Pode-se dizer que este seria parte do valor agregado pela metodologia BIM na execução desta empreitada.

O valor torna-se ainda mais relevante se considerarmos a previsão existente no Planejamento Plurianual de Obras da Unidade, da reforma geral em outros cinco blocos residenciais do mesmo padrão que o já executado, com previsão de início em 2023. Ou seja, a implantação e utilização da metodologia BIM na Base Aérea de

Florianópolis traria consigo, em uma única demanda prevista no PPO, o valor agregado de pelo menos R\$ 497.555,21.

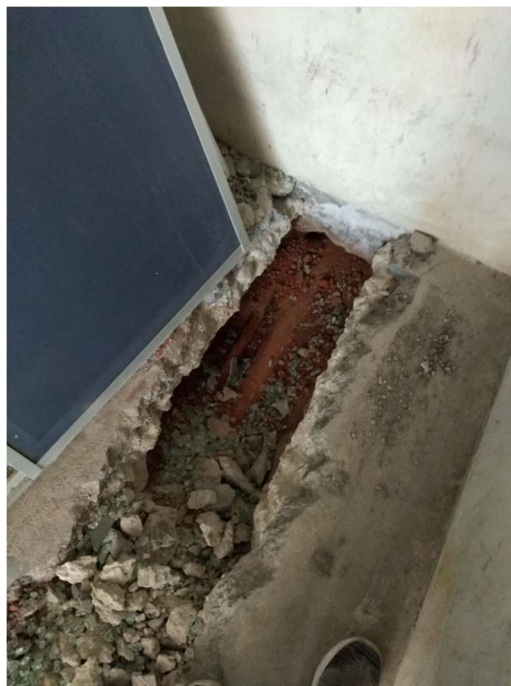
4.5 Ocorrências durante a execução da obra

Conforme citado anteriormente, durante a execução da reforma foi possível detectar alguns serviços que na fase de projeto não puderam ser identificados, bem como, alguns tópicos com vistas ao atendimento às normas dos Bombeiros, que inicialmente não faziam parte do escopo do serviço contratado, porém que seriam necessários para a obtenção do habite-se da edificação, não estando portanto previstos na planilha orçamentária inicial. Estes apontamentos estão elencados a seguir.

4.5.1 Tubulações imprevistas em alto grau de corrosão

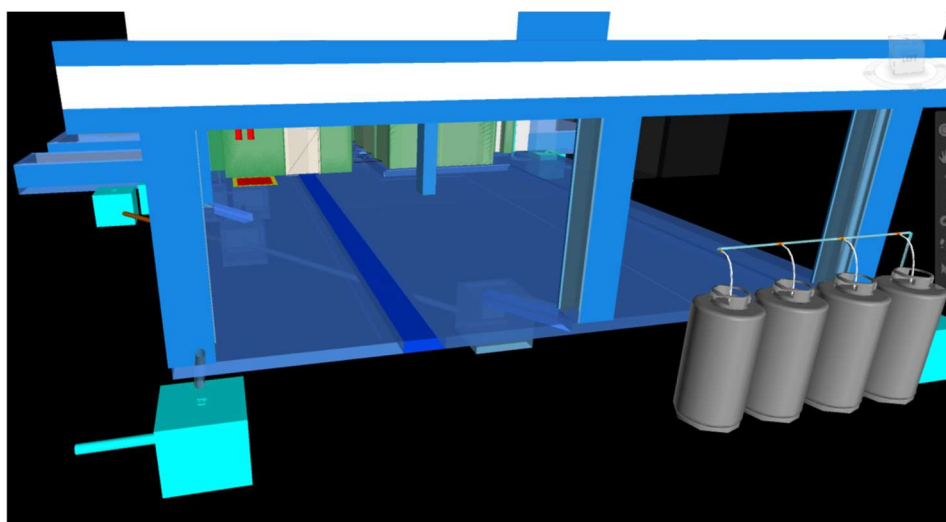
Após o início dos trabalhos de remoção e substituição da tubulação do hidrante, inicialmente prevista apenas na prumada, percebeu-se que não seria possível manter a parte da tubulação antiga, já que esta apresentava-se bastante deteriorada. Além disto, foi verificado que a tubulação de saída de água da cisterna até a casa de bombas também era toda metálica e estava em avançado grau de corrosão, logo, necessitava ser substituída. Estes imprevistos implicaram maior metragem de fornecimento e instalação de tubulações, maior demolição e recuperação de piso de concreto de alta resistência, além do aumento de volume de entulhos a serem retirados do local. Entende-se que eles não poderiam ter sido evitados com a utilização do modelo BIM, embora o modelo ajude na visualização, quantificação dos insumos, e previsão de manutenções e garantias, evitando-se novas surpresas no futuro.

Figura 65– Tubulação de água potável em ferro fundido



Fonte: Autor (2019)

Figura 66 – Piso de concreto de alta resistência a ser demolido e reconstruído



Fonte: Autor (2021)

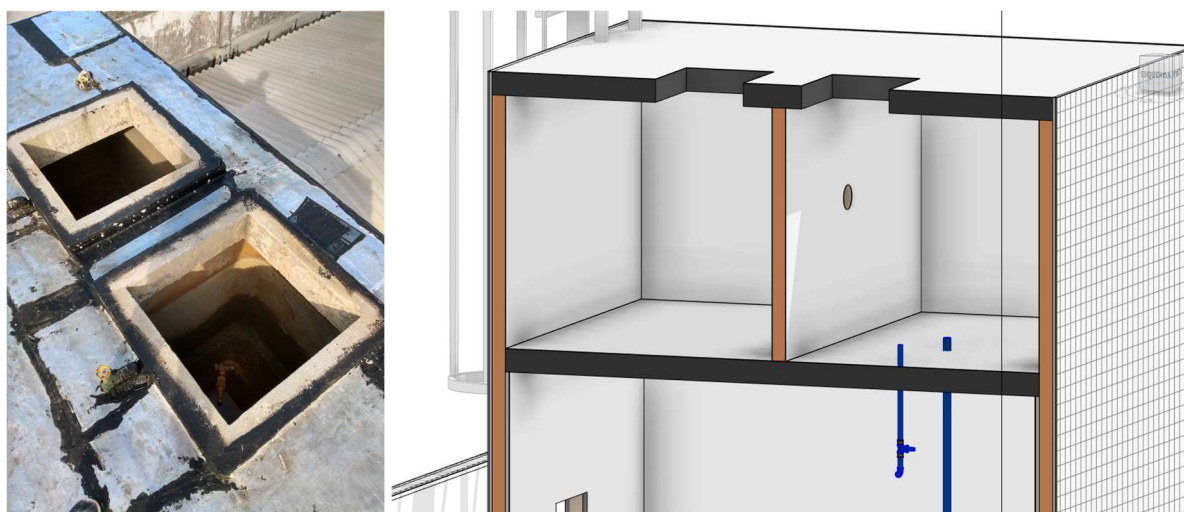
4.5.2 Reservatório superior

Quanto ao reservatório superior, este se apresentava fora das normas técnicas, já que era dividido em 2 células, (Fig 13) sendo que uma abastecia apenas o sistema de combate a incêndio e a outra destinada ao consumo dos moradores, porém as células não eram interligadas entre si conforme determina a IN 07 em seu Art. 52:

“Art. 52. O reservatório pode ser dividido em 2 ou mais células, para permitir a limpeza e a manutenção de uma célula, enquanto a outra célula supre de água a edificação e o SHP. Parágrafo único. Quando o reservatório for dividido em 2 ou mais células, as células do reservatório devem ser interligadas por tubulação com diâmetro, no mínimo, igual ao do SHP. “

O habite-se do corpo de bombeiros não seria emitido sem que fosse corrigida esta pendência.

Figura 67 – Divisão em 2 células do reservatório superior



Fonte: Autor (2019)

Além disto, no acesso ao reservatório superior, a escada existente também se encontrava fora das normas, além de estar frouxa em sua fixação, esta não apresentava anéis de proteção ao seu redor, inviabilizando a emissão do habite-se por parte do corpo de bombeiros. Logo, foi necessária a remoção da escada existente e instalação de uma escada marinheiro, dentro dos padrões das normas vigentes.

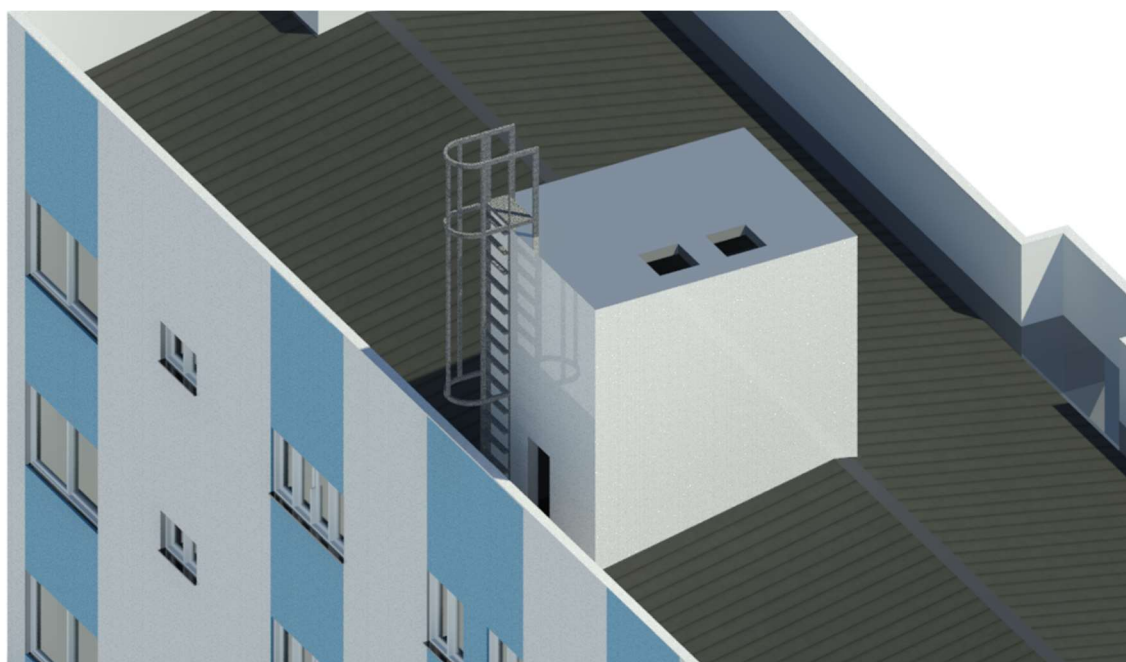
Embora estas pendências possam ser identificadas no local, ou mesmo nos softwares CAD, a visualização do não atendimento às normas é favorecida através do modelo tridimensional.

Figura 68 – Escada existente, modelo correto e escada marinheiro executada



Fonte: Autor (2019)

Figura 69– Escada marinheiro prevista no modelo BIM



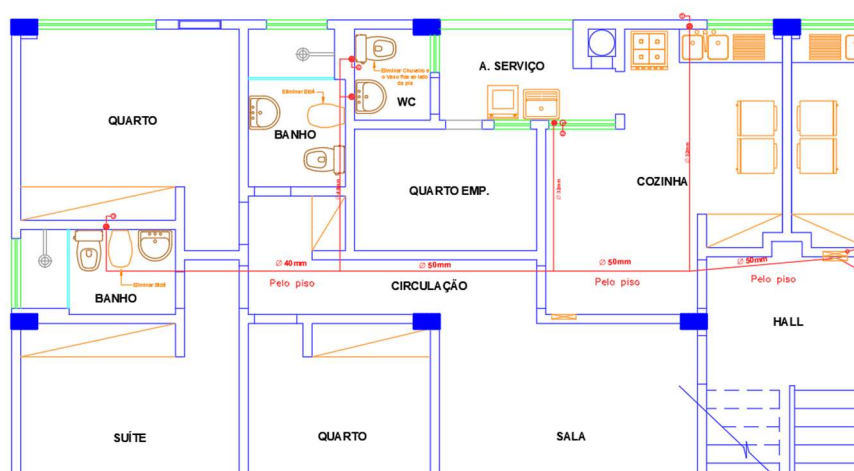
Fonte: Autor (2021)

4.5.3 Instalação da rede de água fria

A concepção do projeto de instalações hidráulicas prevista foi relativamente modificada na execução. A rede de água fria inicialmente iria ser executada pelo piso, porém, a fim de se evitar a quebra de soleiras e demolição do contrapiso, além do piso e rodapés de granito das áreas comuns, que não estavam previstos no orçamento, bem como para facilitar a execução, optou-se em implementar a rede de água fria

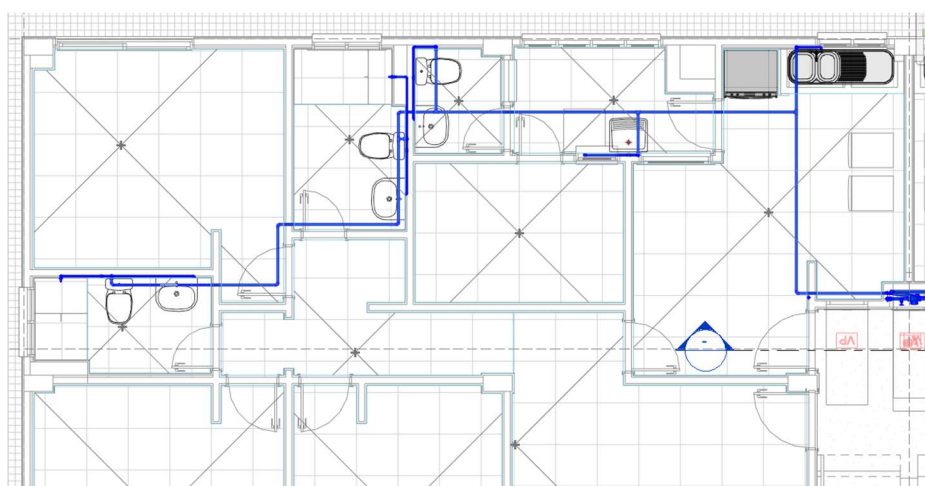
acima dos forros. Além disso, os banheiros do edifício que eram compostos por vasos sanitários com acionamento de descarga por válvulas de descarga, sistema desatualizado e que gera grande desperdício de água, foram substituídos por vasos com o sistema de caixa acoplada. A planilha de preços do edital apresentava as quantidades e tamanhos de tubulações baseada no modelo antigo, como houve modificação, atualizando o sistema de descarga dos sanitários para vaso com caixa acoplada, as tubulações foram modificadas para diâmetros menores, neste item específico houve uma quantidade significativa de supressão.

Figura 70– Rede de água fria prevista pelo piso



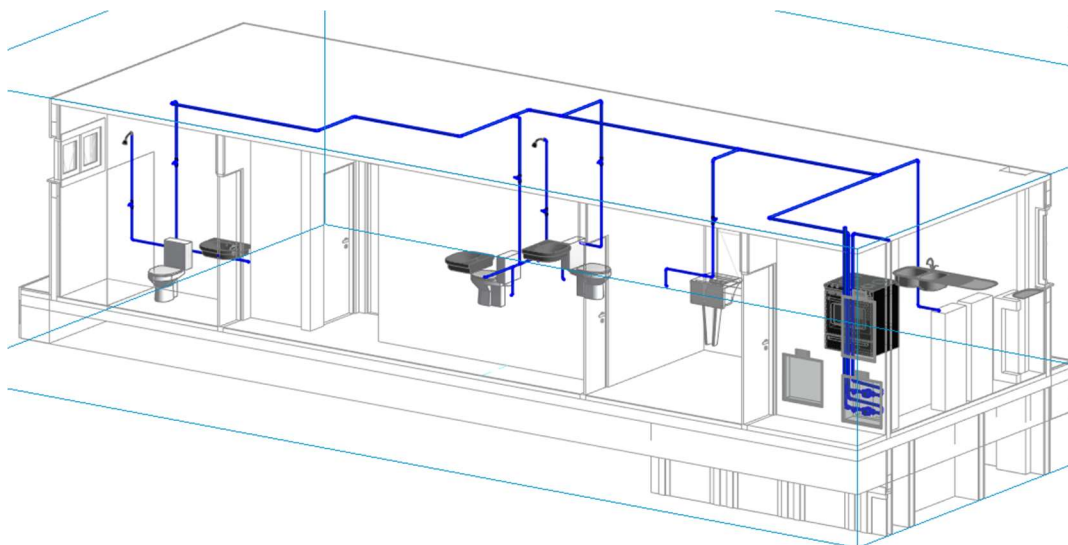
Fonte: Projeto executivo Bloco 2091 (2019)

Figura 71– Planta da rede de água fria prevista pelo teto



Fonte: Autor (2021)

Figura 72– Perspectiva da rede de água fria prevista pelo teto



Fonte: Autor (2021)

Estas alterações seriam facilmente antecipadas com o modelo desenvolvido em metodologia BIM. Não só pela visualização de solução mais assertiva, mas pela utilização de famílias padronizadas e a especificação mais precisa dos insumos.

4.5.4 Instalação da rede de gás

O projeto da rede de gás também teve seu conceito modificado. A nova rede de gás apresenta apenas uma prumada e posiciona os relógios de medições nos respectivos andares, conforme determina a Instrução Normativa 08 - INSTALAÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL (GLP E GN), do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, em seu Art. 53. Sendo assim houve a necessidade de novas demolições e execução de quadros de alvenaria para a colocação dos medidores, não previstos anteriormente. Estas demolições e execuções de alvenaria não deixariam de ser consideradas e quantificadas no modelo tridimensional, uma vez que os equipamentos precisam ser de fato posicionados em local adequado, e não apenas representados por símbolos em planta.

Figura 73 – Execução de mocheta para abrigo dos medidores individuais



Fonte: Autor (2019)

Figura 74 – Modelagem das mocheta para abrigo dos medidores individuais



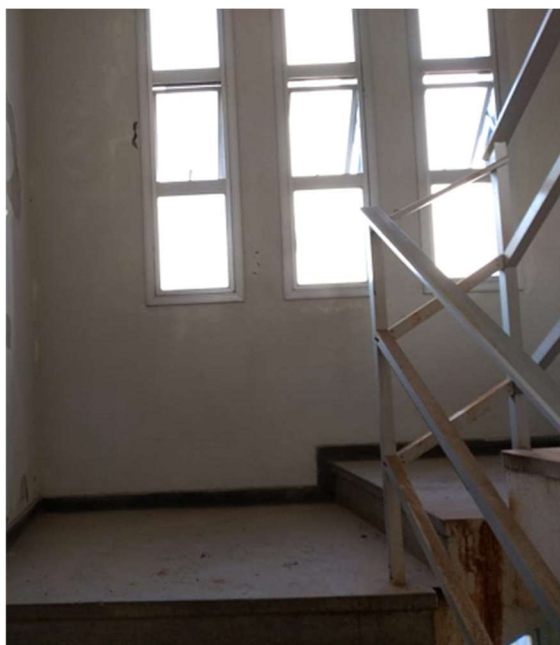
Fonte: Autor (2021)

4.5.5 Guarda-corpo da escada

Foi previsto na planilha de orçamento uma reparação do guarda corpo da escada, tendo em vista as corretas fixações bem como substituição de pequenos trechos danificados. No entanto houve a necessidade de correção dos itens citados, demandando a instalação de novos guarda corpos bem como a instalação de mais barras de alumínio, de forma a diminuir o espaço livre nos elementos vazados, tendo em vista que estes mediam 28 cm, no entanto a IN 09, em seu Art. 33 determina que os elementos vazados não devem possuir espaço livre maior que uma circunferência

de 15cm de diâmetro. Além disso, não existia corrimão em toda a extensão da escada (nos lados das paredes, por exemplo), porém a mesma IN em seu Art 30 prevê que devem ser instalados corrimãos em ambos os lados da escada, dentre outras determinações.

Figura 75– Guarda corpo existente fora dos padrões do CBMSC



Fonte: Autor (2019)

Figura 76– Guarda corpo da escada modelado no software BIM



Fonte: Autor (2021)

Esta interferência poderia ter sido prevista com a utilização da metodologia BIM pois, além da grande facilidade de visualização, através do modelo tridimensional, a utilização de famílias configuradas de forma a atender às normatizações chama a atenção do profissional envolvido para a necessidade de adequações.

4.6 Dificuldades na implantação e utilização do BIM

Analisando-se o processo de desenvolvimento do trabalho foram perceptíveis algumas dificuldades a serem enfrentadas para a implantação e utilização do BIM, as quais serão listadas a seguir.

O primeiro obstáculo percebido são as licenças dos softwares. O desenvolvimento deste estudo foi totalmente realizado em softwares BIM da AutoDesk, com destaque para o Revit 2020 e Navisworks 2020, ferramentas estas que são as mais utilizadas atualmente. Isto só foi possível pois o autor faz uso da licença para estudantes disponibilizada pela empresa desenvolvedora, porém, para a elaboração profissional de projetos faz-se necessária a aquisição da licença por parte da empresa / órgão, o que pode vir a ser um grande empecilho, tendo-se em vista não só o valor, atualmente uma licença custa à partir de R\$10.554,00 por ano, mas também a burocracia característica, no caso de órgãos públicos.

Existem várias formas de aquisição de licenças, tais como uma licença que pode ser utilizada em mais de uma máquina, aluguel do software por determinado período para um ou mais usuários, etc. A compra da licença deve ter especial atenção, já que as regras contratadas podem acarretar prejuízo e estagnação para o comprador. Em muitos dos softwares, por exemplo, é possível a visualização de arquivos gerados em versões anteriores do software, mas não é possível quando o arquivo foi criado em uma versão mais moderna. Para se evitar isto, é possível comprar a licença de forma que se tenha sempre disponível as atualizações de versões.

Com a utilização de softwares mais complexos, poderosos e pesados, nota-se a segunda dificuldade percebida para a implantação e utilização do BIM, os equipamentos ou hardware.

É notável que os softwares BIM demandam maior capacidade de processamento dos hardwares em comparação aos softwares CAD, tendo em vista que resultados mais complexos acabam gerando arquivos mais pesados.

Ao observar-se os requisitos de sistema recomendados pelo fabricante do software já é possível perceber grande diferença no desempenho necessário pelos computadores. Para o armazenamento dos arquivos, seria necessário um servidor de maior capacidade, e no caso de arquivos compartilhados entre vários envolvidos no projeto, uma conexão de internet mais robusta se faz necessária.

Outro grande obstáculo observado para a adoção do BIM é a capacitação de profissionais. Ainda que se tenha os softwares e hardwares necessários, os profissionais que irão operar estas ferramentas necessitam de treinamento adequado, o que envolve não só o valor financeiro de investimento nos cursos, mas, principalmente, a disponibilização de tempo dos profissionais para a realização de cursos e especializações.

Em empresas privadas, existe a facilidade de já contratar profissionais com estas capacidades, o que não é a realidade de um órgão público, que deve capacitar seu pessoal internamente, com apoio de treinamentos e consultorias, ou cursos externos. Em contrapartida, é comum no setor privado que os profissionais se tornem especializados e se destaquem no mercado de trabalho, muitas vezes vindo a empresa a perder um funcionário no qual investiu tempo e verbas, fator este que é substancialmente mais incomum em órgãos públicos.

Por fim, um dos maiores obstáculos a serem vencidos para a implementação da revolução BIM é o cultural. Catelani (2016), na Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Volume 2 – Implementação do BIM, da CBIC, aponta algumas das principais barreiras culturais existentes, tais como:

- Não costumamos valorizar o planejamento nos nossos empreendimentos construtivos;
- 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);
- 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.

Catelani (2016) cita ainda a importância de se pesquisar a respeito do possível conflito e gerações, que envolve engenheiros com muitos anos de experiência e uma

carreira de sucesso e profissionais, geralmente mais jovens, apresentando uma nova tecnologia com a qual será capaz de fazer melhor tudo o que aquele sempre fez, utilizando a tecnologia CAD. Considerando-se ainda, que estes profissionais mais experientes geralmente têm grande influência nas tomadas de decisões dentro das organizações.

O BIM é uma tecnologia disruptiva, que traz grandes mudanças e rompe com os padrões do que vinha sendo feito até então, logo é elemento contra cultural, que demanda drásticas mudança na forma de trabalhar das equipes de projeto, fiscalização e gestão, o que torna elevada a “energia de ativação” do BIM. Não se refere a uma atualização na forma de fazer projetos, como foi na evolução da prancheta para os softwares CAD, mas sim a uma nova forma de fazê-los, por isso não se trata de uma evolução, mas sim de uma revolução não só na projeção, mas na construção civil de forma geral, uma vez que impacta nos projetos, na fiscalização, na gestão, na tomada de decisões, etc.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar os possíveis benefícios na reforma de um bloco residencial executada com a aplicação da Metodologia BIM em substituição à metodologia tradicional na execução dos projetos de engenharia e, passando-se por uma revisão da bibliografia juntamente à aplicação em cima de um estudo de caso, apresenta uma análise comparativa de resultados com a demonstração de benefícios e dificuldades observadas na adoção da metodologia BIM em substituição à metodologia convencional.

A análise de resultados demonstra um grande salto de qualidade trazido pela revolução da metodologia BIM em substituição aos sistemas CAD e à forma tradicional de lidar com a construção civil. São modelos que representam a construção virtual da obra, e não mais apenas traços padronizados. Modelo este que, carregado de informações, se mostra mais claro, diminuindo muito a ocorrência de dúvidas, gera quantitativos automáticos e muito mais precisos podendo ser associados ao orçamento e cronograma.

O grande salto da revolução BIM, se encontra nas possibilidades de se manipular os dados e informações iniciais da demanda, na facilidade de entendimento do projeto com a visualização em três dimensões, bem como a extração de variadas

informações de forma automática e precisa em substituição ao grande esforço realizado para se desenvolver estas tarefas nos processos tradicionais.

Outro ponto visível através do desenvolvimento deste trabalho é o fato de a utilização da tecnologia BIM trazer consigo uma série de dificuldades e necessidade de conhecimento das diversas ferramentas e processos BIM os quais ainda são consideravelmente raros nas empresas e órgãos públicos.

Outro grande obstáculo a ser vencido é a barreira cultural, que implica na quebra do paradigma, na mudança drástica nos processos e na forma de trabalhar das equipes. Na metodologia tradicional, com os softwares CAD, é comum que se dedique tempo insuficiente na fase de projeção e é bastante aceito o fato de lidar com problemas imprevistos durante a execução, já na metodologia BIM muitos dos problemas são antecipados e a ocorrência de projetos básicos/executivos deficientes é substancialmente minimizada, uma vez que o BIM demanda maior investimento de tempo na fase de projeto, e dificulta a confecção de projetos inexatos e insatisfatórios.

Apesar das dificuldades citadas neste trabalho, é importante salientar que a revolução BIM se trata não mais do futuro da construção civil, mas sim do presente, sua adoção por parte do mercado da construção civil é inevitável e irreversível. Fato este evidenciado no decorrer deste trabalho, pelos diversos benefícios e vantagens que apresenta, bem como pelos decretos presidenciais que versam sobre a exigência de utilização do BIM em obras públicas.

Em uma análise superficial, os gestores podem vir a ter a impressão de que o investimento necessário é grande demais, certamente como ocorreu com os softwares CAD nos anos de 1990 e em seguida tornou-se uma barreira superada. Com a demonstração dos diversos benefícios e o apontamento dos obstáculos que foram enfrentados no estudo de caso, espera-se que este trabalho contribua com argumentos para a rápida disseminação e uso da metodologia BIM em obras governamentais, garantindo um melhor controle e gestão das verbas públicas.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Uma pesquisa que pode ser desenvolvida em trabalhos futuros é a comparação da execução de toda a parte de instalações elétricas de uma obra, desde o projeto, até a execução, acompanhamento e As Built (Como construído).

Outro campo bastante interessante a ser desenvolvido em trabalhos futuros é o de planejamento de obras com diversos processos que podem ser trabalhados, como por exemplo, a demonstração de diferentes cenários, vinculados ao orçamento, para a execução de uma obra e o seus impactos de tempo e finanças através do BIM 4D e BIM 5D;

A gerência do canteiro de obras, alinhando o modelo com a demanda de compras de forma a minimizar a necessidade de estoque e implementando-se a mentalidade Lean Construction (9D), é outro tema bastante interessante que, embora possa gerar grandes benefícios, ainda foi pouco explorado.

REFERÊNCIAS

90TI (Belo Horizonte - MG). **6 passos eficientes para montar um cronograma físico de obra**. Disponível em: <<https://noventa.com.br/cronograma-fisico-de-obra/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC**. Brasília, 2017.

ANTUNES, J. M. P. **Interoperacionalidade em Sistemas de Informação**. 2013. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12722: **Discriminação de serviços para construção de edifícios**. Rio de Janeiro, 1992. 14 p.

AUTODESK. **Parametric building modeling: BIM's foundation**. 2005. Disponível em: <http://cad.amsystems.com/products/docs/autodesk-revit-building-9-whitepaper-Parametric_Building_Modeling_Jun05.pdf>. Acesso em: 30/07/2020.

AUTODESK. Navisworks: **novidades do navisworks 2021**. 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/navisworks/features?plc=NAVSIM&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>. Acesso em: 30 jul. 2020.

AYRES FILHO, C.; Scheer, S. **Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba, 2007.

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry, Leadership and Management in Engineering**. Leadership and Management in Engineering, p. 241-252, jul. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276166483_Building_Information_Mod

eling_BIM_Trends_Benefits_Risks_and_Challenges_for_the_AEC_Industry>.
Acesso em: 07 set. 2020.

BÁRBARA CRISTINA BLANK GARIBALDI (Florianópolis). Softplan / Sienge. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 12 jul. 2020.

Base Aérea de Florianópolis. **HISTÓRICO da BAFL**. 2020. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/bafl/index.php/historico>. Acesso em: 17 maio 2020.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, abr./jun. 2015.

BOZDOC, Marian. History of CAD. 2003. Disponível em: <http://www.mbdesign.net/mbinfo/CAD-Intro.htm>. Acesso em: 27 fevereiro 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Sistema de Engenharia do Comando da Aeronáutica**: NSCA 85 - 1. São Paulo, SP, 2014.

BRAGA, Paula Rodrigues. **Levantamento de Quantitativos Com Uso da Tecnologia BIM**. 2015. 131 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 6 jul. 1994.

BRASIL. Ministério da Administração e Reforma do Estado. **Portaria nº 2.296, de 23 de julho de 1997**. Diário Oficial da União, Brasília, 37jul. 1997a.

BRASIL. Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio. **Manual de Obras Públicas – Edificações – Práticas da SEAP**: Construção. Brasília, DF, 1997b. Disponível em:

<http://www.comprasnet.gov.br/publicacoes/manuais/manual_construcao.pdf>.

Acesso em: 28 de agosto de 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **DOCTRINA DE LOGÍSTICA DA AERONÁUTICA**: DCA 2-1. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão no 1997/2006** – TCU – Primeira Câmara, de 25 de jul. de 2006 acerca do TC 016.940/2003-0. Item 9.4.3. 2006.

BRASIL. **Decreto nº 6834, de 30 de abril de 2009**. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores e das Funções Gratificadas do Comando da Aeronáutica, do Ministério da Defesa, e dá outras providências. Brasília, DF, 30 abr. 2009.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Obras Públicas: **Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**. 4º edição. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/obras-publicas-recomendacoes-basicas-para-a-contratacao-e-fiscalizacao-de-obras-e-edificacoes-publicas.htm>>. Acesso em: 27 agosto 2020.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **PL 6619/2016**. 2016. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2120016>. Acesso em: 13 ago. 2020.

BRASIL. Portaria nº 468/GC3, de 06 de abril de 2017. Cria e Ativa os Destacamentos de Infraestrutura da Aeronáutica. **Portaria Nº 468/gc3, de 6 de Abril de 2017**. 68. ed. Brasília, 07 abr. 2017. Seção 1, p. 9. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20151980/do1-2017-04-07-portaria-n-468-gc3-de-6-de-abril-de-2017-20151914. Acesso em: 01 out. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Engenharia da Aeronáutica. **Fiscalização e Recebimento de Obras e Serviços de Engenharia**: ICA 85-16 . Rio de Janeiro-RJ, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Concepção Estratégica Força Aérea 100**: DCA 11-45. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Fluxo de processo para solicitação de projetos de engenharia para execução de obras, ao escritório de projetos da CISCEA**: D003/SDAD/2018. Rio de Janeiro, 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Programa de Disseminação do BIM no âmbito do COMAER**: ICA 85 - 17. Brasília, 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Decreto Nº 9.983, de 22 de Agosto de 2019. Brasília, 23 ago. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15. Acesso em: 13 ago. 2020.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Avança a normalização sobre BIM**. Boletim ABNT, v. 17, n. 244, p. 12-19, ago. 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Boletim_ABNT_244_jul_ago_2020.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2020.

BRASIL. Governo Federal. Portal de Compras do Governo Federal. Manuais: **Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/centrais-de-conteudo/manuais>. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020.** Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Decreto Nº 10.306, de 2 de Abril de 2020. Brasília, 03 abr. 2020. Seção 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 08 jul. 2020.

BRASIL. **Portaria Normativa Nº 56/gm-Md, de 6 de Julho de 2020.** Define os empreendimentos, programas e as iniciativas de média e grande relevância para a disseminação do Building Information Modelling - BIM, no âmbito do Ministério da Defesa. ed. 134. Brasília, 15 jul. 2020. Seção 1, p. 29. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-normativa-n-56/gm-md-de-6-de-julho-de-2020-266801618>. Acesso em: 03 out. 2020.

BUILDIN. **TECNOLOGIA BIM:** guia completo. GUIA COMPLETO. 2020. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>. Acesso em: 09 maio 2021.

Caderno BIM : **coletânea de cadernos orientadores** : caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações / coordenação: Lucimara Ferreira de Lima. - Curitiba, PR : Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2018. 136 p.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares.** Dissertação de Mestrado. UFSC: Florianópolis, 2007.

CARVALHO, André A. V. **Análise comparativa entre processos para elaboração de Plano de Execução BIM, visando à aplicação na FAB.** 2018. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica) Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM - Volume 1.** Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 124p. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Implementação BIM - Volume 2.** Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 132p. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Colaboração E Integração BIM - Volume 3.** Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 132p. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

Comissão de Aeroportos da Região Amazônica. COMAER. **Missão, Visão e Valores**. 2020c. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/comara/index.php/missao-visao-e-valores>. Acesso em: 01 out. 2020.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

D'APARECIDA, Gabriel Siqueira. **Avaliação Do Uso Da Tecnologia BIM Como Ferramenta De Fiscalização De Obras Públicas Na Etapa De Concepção E Elaboração De Projetos**. 2018. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

DANTAS, Helles Emanuel. **Gerenciamento de Obras Públicas: Aplicação a COMARA**. 2008. 79 FOLHAS. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

DARÓS, José. **Utilizando BIM - os “d’s” do bim**. 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>. Acesso em: 05 jul. 2019

DEFESANET. **CISCEA desenvolve primeiro projeto integralmente em tecnologia BIM**. 2020. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/fab/noticia/37483/CISCEA-desenvolve-primeiro-projeto-integralmente-em-tecnologia-BIM-/>. Acesso em: 03 out. 2020.

DEFESATV. **Base Aérea de Florianópolis sediará feira de produtos de defesa**. 2019. Disponível em: [//www.defesa.tv.br/base-aerea-de-florianopolis-sediara-feira-de-produtos-de-defesa/](http://www.defesa.tv.br/base-aerea-de-florianopolis-sediara-feira-de-produtos-de-defesa/). Acesso em: 06 out. 2020.

Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica. COMAER. **Missão, Visão e Valores**. 2020. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/dirinfra/index.php/teste-menu>. Acesso em: 01 out. 2020.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 503 p. Tradução de: Cervantes Gonçalves Ayres Filho, Revisão Técnica: Eduardo Toledo Santos.

FDE. **Catálogos Técnicos BIM**, 2020. Disponíveis mediante cadastro em: <<https://produtostecnicos.fde.sp.gov.br/Login.aspx>>. Acessado em: 25/09/2020

FELLER, Vinícius. **BIM: do 3D ao 7D**. Disponível em: <<https://blog.render.com.br/cad-e-cae/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso em 09 jul. 2020.

FERREIRA, R. C. e SANTOS, E. T. **A percepção de interferências espaciais através de desenhos 2D e modelos 3D por profissionais de projeto de edifícios**. VII Workshop brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios. Curitiba, 6 dez. 2007.

FISCHER, M.; HAYMAKER, J.; LISTON, K. Benefits of 3D and 4D Models for Facility Managers and AEC Service Providers. In: ISSA, R. R.; FLOOD, I.; O'BRIEN, W. J. 4D CAD and Visualization in Construction: developments and applications. Lisse, The Netherlands. A. A. Balkema Publishers, 2005.

Força Aérea Brasileira. Ministério da Defesa. **Criação do Ministério da Aeronáutica: história.** 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/ministerio/>. Acesso em: 25 set. 2020a.

Força Aérea Brasileira. Ministério da Defesa. **Competência:** ao comando da aeronáutica compete dentre outras. 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/competencia#wrapper>. Acesso em: 29 set. 2020b.

GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.** 2011. Dissertação (Mestrado em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. **A ferramenta BIM nos projetos elétricos: capítulo ii - dimensões do bim e seus níveis de desenvolvimento de um modelo lod.** O Setor Elétrico, São Paulo, n. 2019, p. 14-19, jan. 2019. Mensal. Disponível em: https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Fasciculo_BIM_157.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

ITA - Instituto Tecnológico De Aeronáutica. **Programa de Disseminação do Building Information Modeling (BIM) no Comando da Aeronáutica.** 2020. Disponível em: <http://www.ita.br/noticias268>. Acesso em: 03 out. 2020.

KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **BIM – Building Information Modeling No Brasil e na União Europeia.** 2015. Disponível em <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2020.

KYMMELL, W. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations.** New York. The McGraw-Hill Companies. Nova Iorque, 2008.

LIMMER, C.V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997

LOCKHART, S. D.; JOHNSON, C. M. **Engineering design communication: conveying design through graphics.** USA: Prentice-Hall, 2000. 719p.

MADRE ENGENHARIA. **Portfólio - Obra 3:** 1.753,48m². Disponível em: <<https://www.madreengenharia.com.br/portfolio>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de**

composição de custos para orçamentação de obras de edificações. 238f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MARTINA KRONA. Bimobject. **Por que para se alcançar as dimensões 4D, 5D e 6D do BIM se faz necessário que os objetos BIM dos fabricantes estejam hospedados em uma solução profissional baseada em nuvem?** 2016. Disponível em: <https://www.bimobject.com/pt-br/news/articles/why-4d-5d-and-6d-bim-need-real-manufacturers-bim-objects-hosted-on-a-professional-cloud-solution>. Acesso em: 09 jul. 2020.

MATOS, Cleiton Rocha de. **O Uso do BIM na Fiscalização de Obras Públicas.** 2016. 112p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras:** dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos. São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **BIM 3D, 4D, 5D e 6D.** 2019. Disponível em: <https://ledcorp.com.br/ola-mundo/>. Acesso em: 09 set. 2020.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **SmartMarket Report on BIM:** Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity. Bedford, Massachusetts: McGraw Hill Construction, 2008. p.45.

MDIC. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM.** Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2018. 33 p. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2020.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MENEZES, G. L. B. B. de **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Caderno de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, p-153-171, 2011.

MIKALDO JR, Jorge. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de T.I..** Dissertação (Mestrado) – Curso de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MILIOLI, Larissa. **O Uso de Sistemas CAD e de Prototipagem Rápida no Projeto de Arquitetura:** Benefícios E Desafios. 2012. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho Arquitetônico.** - 5 ed. - São Paulo: Edgar Blucher, 2017.

MSOEXCEL. **COMO CRIAR O GRÁFICO DE GANTT NO EXCEL.** 2013. Disponível em: <http://msoexcel.blogspot.com/2013/03/como-criar-o-grafico-de-gantt-no-excel.html#more>. Acesso em: 25 jun. 2020.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDINGS SCIENCES. **O que é um BIM**. Disponível em: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>. Acesso em: 9 jul. 2020.

NSC. **Base Aérea de Florianópolis completa 75 anos nesta semana**. 2016. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/base-aerea-de-florianopolis-completa-75-anos-nesta-semana>. Acesso em: 06 out. 2020.

OLIVEIRA, Renato Rodrigues Teles. **Análise crítica do planejamento e gestão de obras no Comando da Aeronáutica**. 2011. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

PARISOTTO, J.A. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais - Estudo de Caso para uma Empresa Construtora**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

PORTAL ANPEI. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**, 2015. Disponível em: <http://anpei.org.br/abdi/>. Acessado em: 25/09/2020

PORTAL MDIC. **Guias BIM**, 2017. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim/guias-bim>. Acessado em: 25/09/2020

PORTO BELLO ENGENHARIA. **Portfólio - Porto Bello Palace Hotel**: 1500,m². Disponível em: <https://www.portobelloengenharia.com.br/portfolio/>. Acesso em: 09 jul. 2020.

RICOTTA, Tiago Marçal. **Comparativo Entre o Processo Tradicional e o Processo em BIM Para Desenvolvimento de Projetos de Edificações**. 2016. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Habitação: Planejamento e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

ROSA, Ramon de Souza. **Diretrizes para a prática do processo de projeto com ênfase na compatibilização**. Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SANTA CATARINA. Governo de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Florianópolis, 2014. 98 p. Disponível em: <https://www.saude.sc.gov.br/index.php/informacoes-gerais-documentos/projetos-e-obras-orientacoes/cadernos/8986-caderno-apresentacao-projetos-em-bim/file>. Acesso em: 30 jul. 2020.

SANTA CATARINA. Rosália Dors Pessato. Secretaria de Estado do Planejamento - SPG. **Acordo de cooperação técnica entre governos do Estado e do Paraná incentiva uso de tecnologia BIM**. 2014. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/noticias/temas/desenvolvimento-social/governo-do-estado-firma-acordo-de-cooperacao-tecnica-com-o-governo-do-parana-para-implementar-a-tecnologia-bim-nos-estados>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SANTA CATARINA. Rosália Dors Pessato. Secretaria de Estado do Planejamento - SPG. **Caderno de Projetos em BIM orienta uso da tecnologia em obras públicas**. 2015. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/desenvolvimento-economico/caderno-de-projetos-em-bim-orienta-uso-da-tecnologia-em-obras-publicas>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SANTOS, A. de P. L.; ANTUNES, C. E.; BALBINOT, G. B. **Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brazil, v. 6, n. 12, 2014.

SILVEIRA, Samuel João da. **Programa para Interoperabilidade entre Softwares de Planejamento e Editoração Gráfica para o Desenvolvimento do Planejamento 4D**. 2005. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares - estudo de caso**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia das Construções, Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

SOUSA, Luciano Hamed Chaves Haidar. **BIM DO 3D AO 7D**. 2015. Disponível em: <https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>. Acesso em: 12 jul. 2020.

WACHA, Alessandra; Silva, Alexandre. **Cronograma – Um Instrumento do Planejamento, Execução e Controle em Construção e Montagem**. 2014. Monografia (Especialização) – Gestão de Projetos em Construção e Montagem, Instituto de educação tecnológica – IETEC, Belo Horizonte, 2014.

XAVIER, Ivan Silvio de Lima. **Orçamento, Planejamento e Custos de Obras**. FUPAM – Fundação de Pesquisa ambiental, USP – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008

APÊNDICES

APÊNDICE A - planejamento de modelagem e extração de quantitativos

(Reforma das instalações do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL)

PLANEJAMENTO DE MODELAGEM E EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS

Cod.	Relação dos Serviços	ELEMENTO	PARÂMETRO PROJETO	PARÂMETRO	Unid
1	REDE DE CAPTAÇÃO E ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
1.1	REPARAÇÕES NA COBERTURA				
1.1.1	Remoção de telhas de fibrocimento, de forma mecanizada, com uso de guindaste, sem reaproveitamento	Telhado	DEMOLIR	Área	M²
1.1.2	Imunização de madeiramento utilizando cupinicida	Telhado	CONSTRUIR	Área	M²
1.1.3	Fornecimento e instalação de novas telhas onduladas de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral mínimo de 1 1/4 de onda , incluso içamento	Telhado	CONSTRUIR	Área	M²
1.1.4	Fornecimento e instalação de cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, incluso acessórios de fixação e içamento	Cumeeira	CONSTRUIR	Comprimento	M
1.1.5	Fornecimento e instalação de rufo em fibrocimento para telha ondulada e = 6 mm, aba de 26 cm, incluso transporte vertical	Rufo	CONSTRUIR	Comprimento	M
1.2	REPARAÇÕES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO / ARGAMASSA				
1.2.1	Recomposição de calha de concreto com aditivos impermeabilizantes	Piso	Impermeabilizar	Comprimento	M
1.2.2	Impermeabilização com manta asfáltica protegida com filme de alumínio gofrado (de espessura 0,8mm), inclusa aplicação de emulsão asfáltica, espessura mínima de 3mm (calha de concreto na cobertura dos blocos e laje das sacadas dos aptos 301 e 302)	Parede e piso	Impermeabilizar	Área	M²
1.3	RETIRADA DOS TUBOS DE QUEDA DA REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS				
1.3.1	Demolição, de forma mecanizada, sem reaproveitamento, da estrutura onde os tubos de queda encontram-se embutidos	revestimento e parede	DEMOLIR PLUVIAL	Volume	M³
1.3.2	Remoção de tubos de queda, sem reaproveitamento	Tubos	DEMOLIR PLUVIAL	Comprimento	M
1.4	INSTALAÇÃO DOS NOVOS TUBOS DE QUEDA				
1.4.1	Instalação de tubos de PVC série R, água pluvial, DN 100 mm , inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	Tubos	CONSTRUIR PLUVIAL	Comprimento	M
1.5	RECOMPOSIÇÃO				
1.5.1	Reparo de estruturas de concreto, bem como de substratos de alvenaria e emboço, com argamassa polimerica	Parede	CONSTRUIR PLUVIAL	Volume	M3
1.5.2	Execução de emboço	Revestimento	CONSTRUIR PLUVIAL	Área	M²
1.5.3	Chapisco, argamassa traço 1:3, com preparo em betoneira	Revestimento	CONSTRUIR PLUVIAL	Área	M²
1.5.4	Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 10 x 10 cm	Revestimento	CONSTRUIR PLUVIAL	Área	M²
2	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS				
2.1	NOVA REDE DE ÁGUA FRIA				

2.1.1	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 100 mm referente aos tubos de queda, com conexões, acessórios e fixação	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
2.1.2	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 50 mm, com conexões, acessórios e fixação	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
2.1.3	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 40 mm, com conexões, acessórios e fixação	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
2.1.4	Fornecimento e instalação de tubos PVC 32mm, com conexões, acessórios e fixação	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
2.1.5	Fornecimento e instalação de tubos tubo PVC 25mm, com conexões, acessórios e fixação	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
2.1.6	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 4" (Item com BDI diferenciado - ao final desta planilha)	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
2.1.7	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 2"	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
2.1.8	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1 1/2"	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
2.1.9	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1 1/4"	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
2.1.10	Fornecimento e instalação de registro de gaveta com acabamento e canopla cromados, simples, bitola 1 "	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
	Registro de gaveta bruto, latão, roscável, 1", com acabamento e canopla cromados. Fornecido e instalado em ramal de água. Af 12/2014	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF 12/2014	Acessório	CONSTRUIR	Unidade	UN
3	REDE DE ESGOTO				
3.1	NOVAS TUBULAÇÕES				
3.1.1	Fornecimento e instalação de tubo PVC 100mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	Tubos	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Comprimento	M
3.1.2	Fornecimento e instalação de tubo PVC 75mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	Tubos	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Comprimento	M
	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 50 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	Tubos	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Comprimento	M
3.1.3	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 40 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	Tubos	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Comprimento	M
3.1.4	Fornecimento e instalação de caixa sifonada, PVC, DN 150 x 100 x 50 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	Peças hidrossanitárias	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Unidade	UNID
3.1.5	Ralo sifonado, PVC, DN 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	Peças hidrossanitárias	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Unidade	UNID
3.2	ABERTURAS, EXECUÇÃO DE MOCHETAS				M²
3.2.1	Demolição de alvenaria	Parede	DEMOLIR HIDROSSANITÁRIO	Volume	M³

3.2.2	Execução de Alvenaria	Revestimento	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Área	M2
3.2.3	Emboço	Revestimento	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Área	M²
3.2.4	Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas	Revestimento	CONSTRUIR HIROSSANITÁRIO	Área	M²
4 REDE DE GLP					
4.1	NOVA REDE DE GÁS				
4.1.1	Fornecimento e instalação de tubo em cobre rígido, DN 28 classe a	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
4.1.2	Fixação de tubos de cobre com abraçadeira metálica flexível 18 mm	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
4.1.3	Chumbamento linear das novas tubulações	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
4.1.4	Fornecimento e instalação de cotovelo 90°/28mm	Conexão	CONSTRUIR	Unidade	UN
4.1.5	Fornecimento e instalação de luva de cobre DN 28 mm,	Conexão	CONSTRUIR	Unidade	UN
4.1.6	Fornecimento e instalação de conector em bronze/latão, sem anel de solda, bolsa x rosca f, 28 mm x 1/2	Conexão	CONSTRUIR	Unidade	UN
4.1.7	Fornecimento e instalação de registro ou regulador de gás	Conexão	CONSTRUIR	Unidade	UN
4.2	RECOMPOSIÇÃO, REPARAÇÕES E PINTURA				
4.2.2	Pintura das novas tubulações de GLP (fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	Tubos	CONSTRUIR	Área da superfície dos tubos	M2
5 CONTRAINCENDIO					
5.1	REMOÇÃO DA REDE EXISTENTE				
5.1.2	Demolição de alvenaria	Pisos e Paredes	DEMOLIR	Volume	M³
3.2.2	Execução de Alvenaria	Revestimento	CONSTRUIR	Área	M2
5.2	REPARAÇÕES E PINTURA				
5.2.1	Reparações na rede existente e pintura das novas tubulações (jateamento com areia em estrutura metálica, fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	Tubos	CONSTRUIR	Área da superfície dos tubos	M2
5.3	NOVA REDE DE CONTRAINCENDIO				
5.3.1	Fornecimento e instalação de tubo aco galvanizado com costura, classe media, DN 2.1/2", e = *3,65* mm, peso *6,51* kg/m (NDR 5580) com registro e conexões	Tubos	CONSTRUIR	Comprimento	M
6 REMOÇÕES DIVERSAS					
6.1	Remoção de forros	Forros	DEMOLIR	Área	M²
6.2	Remoção de revestimentos cerâmicos e tacos	Pisos	DEMOLIR	Área	M²
6.3	Carga manual de materiais removidos e de entulhos	Pisos, Revestimentos, Forro, tubos	DEMOLIR	Volume	M³
6.4	Transporte de materiais removidos e recicláveis	paredes, pisos, tubos	DEMOLIR	volume	M³
6.5	Coletor de entulho tipo "papa-entulho" com 3 m3 e transporte deste para local aprovado pelo município	Pisos, tacos, forros, móveis	DEMOLIR	volume	UNID

6.6	Limpeza de obra ao longo dos serviços	Piso	CONSTRUIR	Área	M²
7	SERVIÇOS DE ACABAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL				
7.1	Fornecimento e instalação de boxes para os banheiros das suítes (1,40 x 1,90) e banheiros sociais (1,45 x 1,90) em vidro temperado, espessura 10mm, fornecimento e instalação	Box	CONSTRUIR	Área	M²
7.2	Fornecimento e instalação de forro em drywall, inclusive estrutura de fixação	Forro	CONSTRUIR	Área	M²
7.3	Regularização de superfícies para recebimento de revestimento cerâmico	Piso e Paredes	CONSTRUIR	Área	M²
7.4	Impermeabilização de banheiro, com impermeabilizante flexível a base acrílica	Piso e Paredes	Impermeabilizar	Área	M²
7.5	Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para piso com placas tipo porcelanato de dimensões 60x60	Piso	CONSTRUIR	Área	M²
7.6	Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para paredes com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33x45	Parede	CONSTRUIR	Área	M²
7.7	Reparação e fixação de guarda corpo (escada)	Corrimão	CONSTRUIR	Comprimento	M
7.8	Lixamento e aplicação de massa corrida	Revestimento Pintura	CONSTRUIR	Área	M²
7.9	Lixamento e aplicação de fundo selador acrílico	Revestimento Pintura	CONSTRUIR	Área	M²
7.10	Aplicação de pintura com tinta látex acrílica duas demãos	Revestimento Pintura	CONSTRUIR	Área	M²
7.11	Aplicação de textura acrílica uma demão	Revestimentos áreas comuns e forros garagem	CONSTRUIR	Área	M²
7.12	Polimento de piso	Pisos escadas e áreas comuns	CONSTRUIR	Área	M²
7.13	Limpeza final de obra	Pisos	CONSTRUIR	Área	M²
7.14	Recomposição de piso de garagem em concreto de alta resistência	Piso	CONSTRUIR SHP	Área	M²

APÊNDICE B - tabela de quantitativos gerada no software navisworks

(Reforma das instalações do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL)

TABELA DE QUANTITATIVOS GERADA NO SOFTWARE NAVISWORKS

Rótulos de Linha	PrimaryQuantity
CONTRAINCENDIO	
NOVA REDE DE CONTRAINCENDIO	
Fornecimento e instalação de tubo aco galvanizado com costura, classe media, DN 2.1/2", e = *3,65* mm, peso *6,51* kg/m (NDR 5580) com registro e conexões	29,55505064
REMOÇÃO DA REDE EXISTENTE	
Demolição de alvenaria	5,838339
Execução de Alvenaria	30,7281
REPARAÇÕES E PINTURA	
Reparações na rede existente e pintura das novas tubulações (jateamento com areia em estrutura metalica, fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	11,69316024
INSTALAÇÕES HIDRAULICAS	
NOVA REDE DE ÁGUA FRIA	
Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1 1/2"	
Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1 1/4"	
Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1"	7
Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 2"	
Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 4" (Item com BDI diferenciado - ao final desta planilha)	
Fornecimento e instalação de registro de gaveta com acabamento e canopla cromados, simples, bitola 1 "	26
Fornecimento e instalação de registro de pressão com acabamento e canopla cromados, simples, bitola 3/4"	12
Fornecimento e instalação de tubos de PVC 100 mm referente aos tubos de queda, com conexões, acessórios e fixação	
Fornecimento e instalação de tubos de PVC 40 mm, com conexões, acessórios e fixação	
Fornecimento e instalação de tubos de PVC 50 mm, com conexões, acessórios e fixação	43,8596706
Fornecimento e instalação de tubos PVC 32mm, com conexões, acessórios e fixação	215,6593532
Fornecimento e instalação de tubos tubo PVC 25mm, com conexões, acessórios e fixação	98,55308611
REDE DE CAPTAÇÃO E ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
INSTALAÇÃO DOS NOVOS TUBOS DE QUEDA	
Instalação de tubos de PVC série R, água pluvial, DN 100 mm , inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	71,6081618
RECOMPOSIÇÃO	
Chapisco, argamassa traço 1:3, com preparo em betoneira	47,4516
Execução de emboço	47,4516
Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 10 x 10 cm	13,908
Reparo de estruturas de concreto, bem como de substratos de alvenaria e emboço, com argamassa polimerica	5,838339
REPARAÇÕES NA COBERTURA	
Fornecimento e instalação de cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, incluso acessórios de fixação e içamento	19,36
Fornecimento e instalação de novas telhas onduladas de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral mínimo de 1 1/4 de onda , incluso içamento	185,6458163

Fornecimento e instalação de rufo em fibrocimento para telha ondulada e = 6 mm, aba de 26 cm, incluso transporte vertical	33,21781429
Imunização de madeiramento utilizando cupinicida	185,6458163
Remoção de telhas de fibrocimento, de forma mecanizada, com uso de guindaste, sem reaproveitamento	185,6458163
REPARAÇÕES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO / ARGAMASSA	
Impermeabilização com manta asfáltica protegida com filme de alumínio gofrado (de espessura 0,8mm), inclusa aplicação de emulsão asfáltica, espessura mínima de 3mm (calha de concreto na cobertura dos blocos e laje das sacadas dos aptos 301 e 302)	109,3967092
Recomposição de calha de concreto com aditivos impermeabilizantes	50,228
RETIRADA DOS TUBOS DE QUEDA DA REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS	
Demolição, de forma mecanizada, sem reaproveitamento, da estrutura onde os tubos de queda encontram-se embutidos	7,261887
Remoção de tubos de queda, sem reaproveitamento	83,87705441
REDE DE ESGOTO	
ABERTURAS, EXECUÇÃO DE MOCHETAS	
Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas	16,4988
Demolição de alvenaria	6,769923
Emboço	16,4988
Execução de Alvenaria	49,5249
NOVAS TUBULAÇÕES	
Fornecimento e instalação de caixa sifonada, PVC, DN 150 x 100 x 50 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	21
Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 40 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	102,2548547
Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 50 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	62,68691964
Fornecimento e instalação de tubo PVC 100mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	58,31218003
Fornecimento e instalação de tubo PVC 75mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	34,87886037
Ralo sifonado, PVC, DN 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	21
REDE DE GLP	
NOVA REDE DE GÁS	
Chumbamento linear das novas tubulações	66,89582668
Fixação de tubos de cobre com abraçadeira metálica flexível 18 mm	36,50899619
Fornecimento e instalação de conector em bronze/latão, sem anel de solda, bolsa x rosca f, 28 mm x 1/2	6
Fornecimento e instalação de cotovelo 90º/28mm	26
Fornecimento e instalação de luva de cobre DN 28 mm,	6,077366098
Fornecimento e instalação de registro ou regulador de gás	6
Fornecimento e instalação de tubo em cobre rígido, DN 28 classe a	30,38683049
RECOMPOSIÇÃO, REPARAÇÕES E PINTURA	
Pintura das novas tubulações de GLP (fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	2,671610137
REMOÇÕES DIVERSAS	
(vazio)	
Carga manual de materiais removidos e de entulhos	81,21339708
Coletor de entulho tipo "papa-entulho" com 3 m3 e transporte deste para local aprovado pelo município	27,07113236

Limpeza de obra ao longo dos serviços	2054,904346
Remoção de forros	467,73145
Remoção de revestimentos cerâmicos e tacos	1311,301542
Transporte de materiais removidos e recicláveis	0
SERVIÇOS DE ACABAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
(vazio)	
Aplicação de pintura com tinta látex acrílica duas demãos	1644,042442
Aplicação de textura acrílica uma demão	0
Fornecimento e instalação de boxes para os banheiros das suites (1,40 x 1,90) e banheiros sociais (1,45 x 1,90) em vidro temperado, espessura 10mm, fornecimento e instalação	29,526
Fornecimento e instalação de forro em drywall, inclusive estrutura de fixação	467,73145
Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para paredes com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33x45	703,3030917
Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para piso com placas tipo porcelanato de dimensões 60x60	607,99845
Impermeabilização de banheiro, com impermeabilizante flexível a base acrílica	100,77
Limpeza final de obra	2054,904346
Lixamento e aplicação de fundo selador acrílico	2044,471239
Lixamento e aplicação de massa corrida	1211,08676
Polimento de piso	49,84063496
Recomposição de piso de garagem em concreto de alta resistência	15,32375831
Regularização de superfícies para recebimento de revestimento cerâmico	1311,301542
Reparação e fixação de guarda corpo (escada)	18,78107999

APÊNDICE C - comparação de quantitativos - diferença percentual

(Reforma das instalações do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL)

COMPARAÇÃO DE QUANTITATIVOS - DIFERENÇA PERCENTUAL

Cod.	Relação dos Serviços	Unid	Quantitativos Obra	Quantitativos Modelo	Diferença Quantitativos	Diferença Quantitativos (%)
2.1.4	Fornecimento e instalação de tubos PVC 32mm, com conexões, acessórios e fixação	M	72,00	216,00	144,00	200,00%
2.1.10	Fornecimento e instalação de registro de gaveta com acabamento e canopla cromados, simples, bitola 1 "	UN	12,00	26,00	14,00	116,67%
6.1	Remoção de forros	M²	224,00	468,00	244,00	108,93%
3.1.3	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 40 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	M	52,00	103,00	51,00	98,08%
4.2.2	Pintura das novas tubulações de GLP (fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	M2	26,00	3,00	23,00	88,46%
4.1.1	Fornecimento e instalação de tubo em cobre rígido, DN 28 classe a	M	260,00	31,00	229,00	88,08%
4.1.2	Fixação de tubos de cobre com abraçadeira metálica flexível 18 mm	M	260,00	37,00	223,00	85,77%
1.5.4	Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 10 x 10 cm	M²	96,00	14,00	82,00	85,42%
6.6	Limpeza de obra ao longo dos serviços	M²	1144,00	2055,00	911,00	79,63%
7.13	Limpeza final de obra	M²	1144,00	2055,00	911,00	79,63%
7.14	Recomposição de piso de garagem em concreto de alta resistência	M²	9,00	16,00	7,00	77,78%
4.1.5	Fornecimento e instalação de luva de cobre DN 28 mm,	UN	30,00	7,00	23,00	76,67%
4.1.3	Chumbamento linear das novas tubulações	M	260,00	67,00	193,00	74,23%
3.1.1	Fornecimento e instalação de tubo PVC 100mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	M	214,00	59,00	155,00	72,43%
5.3.1	Fornecimento e instalação de tubo aco galvanizado com costura, classe media, DN 2.1/2", e = *3,65* mm, peso *6,51* kg/m (NDR 5580) com registro e conexões	M	18,00	30,00	12,00	66,67%
1.3.1	Demolição, de forma mecanizada, sem reaproveitamento, da estrutura onde os tubos de queda encontram-se embutidos	M³	20,00	8,00	12,00	60,00%

2.1.2	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 50 mm, com conexões, acessórios e fixação	M	108,00	44,00	64,00	59,26%
2.1.5	Fornecimento e instalação de tubos tubo PVC 25mm, com conexões, acessórios e fixação	M	240,00	99,00	141,00	58,75%
4.1.4	Fornecimento e instalação de cotovelo 90°/28mm	UN	60,00	26,00	34,00	56,67%
3.1.4	Fornecimento e instalação de caixa sifonada, PVC, DN 150 x 100 x 50 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	UNID	48,00	21,00	27,00	56,25%
3.1.5	Ralo sifonado, PVC, DN 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	UNID	48,00	21,00	27,00	56,25%
6.3	Carga manual de materiais removidos e de entulhos	M³	228,00	106,60	121,40	53,25%
1.4.1	Instalação de tubos de PVC série R, água pluvial, DN 100 mm , inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	M	150,00	72,00	78,00	52,00%
1.5.2	Execução de emboço	M²	96,00	48,00	48,00	50,00%
3.1.2	Fornecimento e instalação de tubo PVC 75mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	M	70,00	35,00	35,00	50,00%
1.5.3	Chapisco, argamassa traço 1:3, com preparo em betoneira	M²	96,00	48,00	48,00	50,00%
4.1.7	Fornecimento e instalação de registro ou regulador de gás	UN	12,00	6,00	6,00	50,00%
5.1.2	Demolição de alvenaria	M³	4,00	6,00	2,00	50,00%
3.2.3	Emboço	M²	96,00	50,00	46,00	47,92%
3.2.4	Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas	M²	96,00	50,00	46,00	47,92%
7.11	Aplicação de textura acrílica uma demão	M²	830,00	443,00	387,00	46,63%
7.12	Polimento de piso	M²	92,00	50,00	42,00	45,65%
1.3.2	Remoção de tubos de queda, sem reproveitamento	M	150,00	84,00	66,00	44,00%
5.2.1	Reparações na rede existente e pintura das novas tubulações (jateamento com areia em estrutura metálica, fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	M2	20,00	12,00	8,00	40,00%
3.2.1	Demolição de alvenaria	M³	5,00	7,00	2,00	40,00%
7.8	Lixamento e aplicação de massa corrida	M²	874,00	1212,00	338,00	38,67%
1.5.1	Reparo de estruturas de concreto, bem como de substratos de alvenaria e emboço, com argamassa polimerica	M3	9,60	6,00	3,60	37,50%
7.1	Fornecimento e instalação de boxes para os banheiros das suítes (1,40 x 1,90) e banheiros sociais (1,45 x 1,90) em vidro temperado, espessura 10mm, fornecimento e instalação	M²	22,00	30,00	8,00	36,36%
7.9	Lixamento e aplicação de fundo selador acrílico	M²	3140,00	2045,00	1095,00	34,87%
6.4	Transporte de materiais removidos e recicláveis	M³	162,00	106,00	56,00	34,57%

7.7	Reparação e fixação de guarda corpo (escada)	M	24,00	19,00	5,00	20,83%
7.4	Impermeabilização de banheiro, com impermeabilizante flexível a base acrílica	M²	127,00	101,00	26,00	20,47%
7.10	Aplicação de pintura com tinta látex acrílica duas demãos	M²	2048,00	1645,00	403,00	19,68%
1.2.1	Recomposição de calha de concreto com aditivos impermeabilizantes	M	60,00	51,00	9,00	15,00%
1.2.2	Impermeabilização com manta asfáltica protegida com filme de alumínio gofrado (de espessura 0,8mm), inclusa aplicação de emulsão asfáltica, espessura mínima de 3mm (calha de concreto na cobertura dos blocos e laje das sacadas dos aptos 301 e 302)	M²	96,00	110,00	14,00	14,58%
1.1.4	Fornecimento e instalação de cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, incluso acessórios de fixação e içamento	M	23,00	20,00	3,00	13,04%
1.1.3	Fornecimento e instalação de novas telhas onduladas de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral mínimo de 1 1/4 de onda , incluso içamento	M²	212,00	186,00	26,00	12,26%
1.1.2	Imunização de madeiramento utilizando cupinicida	M²	212,00	186,00	26,00	12,26%
1.1.1	Remoção de telhas de fibrocimento, de forma mecanizada, com uso de guindaste, sem reaproveitamento	M²	212,00	186,00	26,00	12,26%
6.5	Coletor de entulho tipo "papa-entulho" com 3 m3 e transporte deste para local aprovado pelo município	UNID	22,00	24,00	2,00	9,09%
1.1.5	Fornecimento e instalação de rufo em fibrocimento para telha ondulada e = 6 mm, aba de 26 cm, incluso transporte vertical	M	37,00	34,00	3,00	8,11%
7.2	Fornecimento e instalação de forro em drywall, inclusive estrutura de fixação	M²	442,00	468,00	26,00	5,88%
7.5	Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para piso com placas tipo porcelanato de dimensões 60x60	M²	600,00	608,00	8,00	1,33%
6.2	Remoção de revestimentos cerâmicos e tacos	M²	1300,00	1312,00	12,00	0,92%
7.3	Regularização de superfícies para recebimento de revestimento cerâmico	M²	1300,00	1312,00	12,00	0,92%
7.6	Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para paredes com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33x45	M²	700,00	704,00	4,00	0,57%
4.1.6	Fornecimento e instalação de conector em bronze/latão, sem anel de solda, bolsa x rosca f, 28 mm x 1/2	UN	6,00	6,00	0,00	0,00%

APÊNDICE D - comparação de quantitativos - diferença em valores

(Reforma das instalações do bloco residencial R-2091 da vila dos graduados da BAFL)

COMPARAÇÃO DE QUANTITATIVOS - DIFERENÇA EM VALORES

Cod.	Relação dos Serviços	Custo Total Obra (R\$)	Custo Total Modelo (R\$)	Diferença (Obra- Modelo) (R\$)
4.1.1	Fornecimento e instalação de tubo em cobre rígido, DN 28 classe a	13.704,60	1.634,01	12.070,59
1.5.4	Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico para paredes externas em pastilhas de porcelana 10 x 10 cm	9.379,20	1.367,80	8.011,40
3.1.1	Fornecimento e instalação de tubo PVC 100mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	7.079,12	1.951,72	5.127,40
7.10	Aplicação de pintura com tinta látex acrílica duas demãos	19.517,44	15.676,85	3.840,59
7.11	Aplicação de textura acrílica uma demão	8.001,20	4.270,52	3.730,68
1.4.1	Instalação de tubos de PVC série R, água pluvial, DN 100 mm , inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	6.259,50	3.004,56	3.254,94
2.1.5	Fornecimento e instalação de tubos tubo PVC 25mm, com conexões, acessórios e fixação	5.227,20	2.156,22	3.070,98
4.1.3	Chumbamento linear das novas tubulações	2.540,20	654,59	1.885,61
6.3	Carga manual de materiais removidos e de entulhos	3.461,04	1.618,19	1.842,85
2.1.2	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 50 mm, com conexões, acessórios e fixação	3.106,08	1.265,44	1.840,64
7.9	Lixamento e aplicação de fundo selador acrílico	5.149,60	3.353,80	1.795,80
1.5.1	Reparo de estruturas de concreto, bem como de substratos de alvenaria e emboço, com argamassa polimerica	4.628,16	2.892,60	1.735,56
3.2	ABERTURAS, EXECUÇÃO DE MOCHETAS			
1.5.2	Execução de emboço	2.522,88	1.261,44	1.261,44
4.2.2	Pintura das novas tubulações de GLP (fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	1.423,50	164,25	1.259,25
3.2.3	Emboço	2.522,88	1.314,00	1.208,88
4.1.2	Fixação de tubos de cobre com abraçadeira metálica flexível 18 mm	1.344,20	191,29	1.152,91
1.3.1	Demolição, de forma mecanizada, sem reaproveitamento, da estrutura onde os tubos de queda encontram-se embutidos	1.784,80	713,92	1.070,88
2.1.6	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 4" (Item com BDI diferenciado - ao final desta planilha)	912,32	0,00	912,32
2.1.9	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1 1/4"	892,44	0,00	892,44
3.1.2	Fornecimento e instalação de tubo PVC 75mm – série R, com conexões, acessórios, fixação, furo	1.772,40	886,20	886,20
1.1.3	Fornecimento e instalação de novas telhas onduladas de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral mínimo de 1 1/4 de onda , incluso içamento	6.811,56	5.976,18	835,38

7.12	Polimento de piso	1.729,60	940,00	789,60
2.1.1	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 100 mm referente aos tubos de queda, com conexões, acessórios e fixação	771,75	0,00	771,75
2.1.3	Fornecimento e instalação de tubos de PVC 40 mm, com conexões, acessórios e fixação	753,12	0,00	753,12
2.1.8	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 1 1/2"	751,20	0,00	751,20
4.1.4	Fornecimento e instalação de cotovelo 90°/28mm	999,00	432,90	566,10
3.1.4	Fornecimento e instalação de caixa sifonada, PVC, DN 150 x 100 x 50 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	965,76	422,52	543,24
2.1.7	Fornecimento e instalação de registro de gaveta bruto, latão, bitola 2"	523,14	0,00	523,14
7.7	Reparação e fixação de guarda corpo (escada)	2.407,44	1.905,89	501,55
5.2.1	Reparações na rede existente e pintura das novas tubulações (jateamento com areia em estrutura metálica, fundo preparador primer a base de epoxi espessura mínima de 25 micra e pintura com tinta protetora acabamento grafite esmalte duas demãos)	1.095,00	657,00	438,00
7.4	Impermeabilização de banheiro, com impermeabilizante flexível a base acrílica	1.727,20	1.373,60	353,60
6.4	Transporte de materiais removidos e recicláveis	873,18	571,34	301,84
4.1.5	Fornecimento e instalação de luva de cobre DN 28 mm,	307,50	71,75	235,75
1.2.1	Recomposição de calha de concreto com aditivos impermeabilizantes	1.569,60	1.334,16	235,44
1.5.3	Chapisco, argamassa traço 1:3, com preparo em betoneira	462,72	231,36	231,36
3.1.5	Ralo sifonado, PVC, DN 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	350,88	153,51	197,37
4.1.7	Fornecimento e instalação de registro ou regulador de gás	322,20	161,10	161,10
3.2.4	Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas	319,68	166,50	153,18
1.1.5	Fornecimento e instalação de rufo em fibrocimento para telha ondulada e = 6 mm, aba de 26 cm, incluso transporte vertical	1.768,97	1.625,54	143,43
1.1.2	Imunização de madeiramento utilizando cupinicida	1.019,72	894,66	125,06
1.1.4	Fornecimento e instalação de cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, incluso acessórios de fixação e içamento	894,93	778,20	116,73
1.1.1	Remoção de telhas de fibrocimento, de forma mecanizada, com uso de guindaste, sem reaproveitamento	602,08	528,24	73,84
1.3.2	Remoção de tubos de queda, sem reaproveitamento	51,00	28,56	22,44
4.1.6	Fornecimento e instalação de conector em bronze/latão, sem anel de solda, bolsa x rosca f, 28 mm x 1/2	105,24	105,24	0,00
4.2	RECOMPOSIÇÃO, REPARAÇÕES E PINTURA	0,00	0,00	0,00
3.2.1	Demolição de alvenaria	190,35	266,49	-76,14
5.1.2	Demolição de alvenaria	152,28	228,42	-76,14
6.2	Remoção de revestimentos cerâmicos e tacos	9.425,00	9.512,00	-87,00
7.3	Regularização de superfícies para recebimento de revestimento cerâmico	9.984,00	10.076,16	-92,16
7.6	Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para paredes com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33x45	29.428,00	29.596,16	-168,16

6.1	Remoção de forros	264,32	552,24	-287,92
6.5	Coletor de entulho tipo "papa-entulho" com 3 m³ e transporte deste para local aprovado pelo município	3.960,00	4.320,00	-360,00
	Registro de gaveta bruto, latão, roscável, 1", com acabamento e canopla cromados. Fornecido e instalado em ramal de água. Af 12/2014	0,00	443,10	-443,10
7.5	Fornecimento e instalação de revestimento cerâmico para piso com placas tipo porcelanato de dimensões 60x60	34.506,00	34.966,08	-460,08
7.14	Recomposição de piso de garagem em concreto de alta resistência	790,02	1.404,48	-614,46
1.2.2	Impermeabilização com manta asfáltica protegida com filme de alumínio gofrado (de espessura 0,8mm), inclusa aplicação de emulsão asfáltica, espessura mínima de 3mm (calha de concreto na cobertura dos blocos e laje das sacadas dos aptos 301 e 302)	4.892,16	5.605,60	-713,44
	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF 12/2014	0,00	783,00	-783,00
2.1.10	Fornecimento e instalação de registro de gaveta com acabamento e canopla cromados, simples, bitola 1 "	825,96	1.789,58	-963,62
7.2	Fornecimento e instalação de forro em drywall, inclusive estrutura de fixação	23.797,28	25.197,12	-1.399,84
5.3.1	Fornecimento e instalação de tubo aco galvanizado com costura, classe media, DN 2.1/2", e = *3,65* mm, peso *6,51* kg/m (NDR 5580) com registro e conexões	2.865,78	4.776,30	-1.910,52
6.6	Limpeza de obra ao longo dos serviços	2.448,16	4.397,70	-1.949,54
7.13	Limpeza final de obra	2.448,16	4.397,70	-1.949,54
7.1	Fornecimento e instalação de boxes para os banheiros das suítes (1,40 x 1,90) e banheiros sociais (1,45 x 1,90) em vidro temperado, espessura 10mm, fornecimento e instalação	5.524,20	7.533,00	-2.008,80
3.1.3	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 40 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	2.091,96	4.143,69	-2.051,73
3.2.2	Execução de Alvenaria	0,00	2.389,17	-2.389,17
2.1.4	Fornecimento e instalação de tubos PVC 32mm, com conexões, acessórios e fixação	1.409,76	4.229,28	-2.819,52
7.8	Lixamento e aplicação de massa corrida	9.876,20	13.695,60	-3.819,40
3.2.2	Execução de Alvenaria	0,00	3.853,50	-3.853,50
	Fornecimento e instalação de tubo de PVC, esgoto predial, DN 50 mm (instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário), inclusive conexões, cortes e fixações, para prédios	0,00	4.558,68	-4.558,68
		R\$ 273.290,82	R\$ 241.450,70	R\$ 31.840,12

SUPRESSÕES : R\$ 65.675,58

ADIÇÕES: R\$ 33.835,46

DESVIO DO IDEAL DE PROJETO: R\$ 99.511,04