



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

ANDRESSA ANDRADE TEODORO

**BENEFÍCIOS DO SISTEMA BIM INTEGRADO EM PROJETOS E GESTÃO DE
OBRAS COM FOCO EM SUA ASSIMETRIA NO QUE TANGE A METODOLOGIA
CONVENCIONAL**

**UBÁ/MG
2021**

ANDRESSA ANDRADE TEODORO

BENEFÍCIOS DO SISTEMA BIM INTEGRADO EM PROJETOS E GESTÃO DE OBRAS COM FOCO EM SUA ASSIMETRIA NO QUE TANGE A METODOLOGIA CONVENCIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FUPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. José Damato Neto

**UBÁ/MG
2021**

RESUMO

O sistema *Building Information Modeling* (BIM) traduz uma nova visão no gerenciamento de obras, apresentando também uma grande eficiência na modelagem de projetos. O BIM trata-se de uma ferramenta integrada que busca viabilizar a execução de todas as etapas do empreendimento de forma virtual possibilitando uma maior exatidão da mesma na prática. O presente trabalho tem como objetivo a apresentação do sistema BIM por meio da aplicação de sua metodologia em um empreendimento X no que tange ao desenvolvimento do projeto e gerenciamento da obra, apresentando comparativos entre o método convencional e metodologia BIM. Serão destacados também nesse estudo, os pontos benéficos para o prestador de serviço caso incorporasse a metodologia. Justifica-se esse estudo porque diversos imprevistos são observados dentro do empreendimento, o que condiciona a alguns atrasos e discrepâncias de ideias entre as partes interessadas e o executor da obra. Conclui-se que apesar de todos os benefícios oferecidos pelo sistema, é necessária uma série de requisitos do empreendimento para que a aplicação seja rentável financeiramente e cronologicamente. Não sendo viável para obras de pequeno porte, como a realizada no estudo de caso.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*. Gerenciamento de obras. Compatibilização de projetos. Levantamento orçamentário. Cronograma de obras.

ABSTRACT

The Building Information Modeling (BIM) system translates a new vision in the management of works, also presenting a great efficiency in project modeling. BIM is an integrated tool that seeks to enable the execution of all stages of the enterprise in a virtual way enabling a greater accuracy of the same in practice. The present work aims to present the BIM system through the application of its methodology in an X enterprise with regard to project development and project management, presenting comparisons between the conventional method and BIM methodology. The points beneficial to the service provider if it incorporated the methodology will also be highlighted in this study. This study is justified because several unforeseen events are observed within the project, which conditions some delays and discrepancies of ideas between the stakeholders and the executor of the work. It is concluded that despite all the benefits offered by the system, it is necessary a number of requirements of the enterprise for the application to be profitable financially and chronologically. Not being feasible for small works, such as that performed in the case study.

Keywords: Building Information Modeling. Construction management. Project compatibility. Budget survey. Schedule of works.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	SISTEMA TRADICIONAL DE PROJETO E GERENCIAMENTO DE OBRAS.....	7
2.1	Composição de custos unitários: metodologia convencional	7
2.2	Orçamento da obra: metodologia convencional	9
2.3	Cronograma físico-financeiro: metodologia convencional	11
2.4	Compatibilização de projetos: metodologia convencional	13
3	SISTEMA DE PROJETOS E GERENCIAMENTO DE OBRAS POR BIM	13
3.1	Dimensões 2D/ 3D/ 4D/ 5D/ 6D/ e 7D	16
3.2	Elaboração de um empreendimento por BIM.....	17
3.2.1	<i>Desenvolvimento de projetos.....</i>	17
3.2.2	<i>Composição de custos unitários e orçamento: metodologia BIM.....</i>	18
3.2.3	<i>Cronograma físico-financeiro: metodologia BIM.....</i>	19
3.2.4	<i>Compatibilização de projetos: metodologia BIM.....</i>	21
4	VANTAGENS E DESAFIOS BIM.....	21
5	O ESTUDO DE CASO	22
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O termo *Building Information Modeling* (BIM), que em português pode ser traduzido como “Modelo de Informação da Construção”, traduz uma nova visão apresentada no gerenciamento de obras. Normalmente, associa-se o BIM a um simples *software* de modelagem 3D, no entanto, ele possibilita a integração de projetos do início ao fim, sendo possível visualizar o produto final com todas as informações técnicas, orçamentárias, cronogramas, materiais, execução e conflitos de informações. Tem-se, como exemplo, a locação de funcionários em funções distintas no mesmo dia/horário, dentre outros. O BIM atua por meio de dados paramétricos através das chamadas “famílias” no *software* conhecido como *Revit*¹, atribuindo a cada elemento características e aprimorando seu detalhamento, como material e espessura, buscando a maior precisão para execução do empreendimento e possibilitando a integração das informações.

A ideia de gerenciamento de obras surgiu durante a II Guerra Mundial, quando, devido à complexidade dos fatos, era exigido um maior planejamento e organização dos eventos, pois envolviam projetos militares de grande porte. Assim, surgiu a pesquisa operacional aplicada a sistemas, sendo que, inicialmente, o estudo era voltado para assuntos políticos e governamentais. Progressivamente, os estudos passaram a ser utilizados em empreendimentos físicos da engenharia, reconhecidos como processos de condução dos recursos para a execução dos projetos conforme prazo, qualidade e custo.

É notório o desenvolvimento dos setores de arquitetura, engenharia e construção (AEC), no entanto, o gerenciamento de obras é um ponto que precisa ser aprimorado pelas categorias. Geralmente, para o gerenciamento de obras, utilizam-se *softwares* bidimensionais que apresentam poucas informações do empreendimento e que podem acarretar problemas nos cronogramas, dificuldade da acessão de ambas as partes interessadas (contratante/fornecedor) e incompatibilidade orçamentária.

O BIM trata-se de uma ferramenta integrada que busca viabilizar a execução de todas as etapas do empreendimento de forma virtual possibilitando uma maior exatidão da mesma na prática. É uma ferramenta extensiva à arquitetura e a

¹ *Revit*: *software* de BIM multidisciplinar para projetos coordenados e de maior qualidade. Ferramenta da Autodesk.

diversas engenharias, possibilitando o desenvolvimento de projetos de planta baixa, estrutural, hidráulico, elétrico, sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado. Além disso, a partir do desenvolvimento e alimentação de informações e atualizações do *software*, possibilita um gerenciamento e manutenção facilitada após a conclusão da obra.

O presente trabalho tem como objetivo a apresentação do sistema BIM por meio da aplicação de sua metodologia em um empreendimento X no que tange ao desenvolvimento do projeto e gerenciamento da obra, apresentando comparativos entre o método convencional e metodologia BIM. Serão destacados também nesse estudo, os pontos benéficos para o prestador de serviço caso incorporasse a metodologia.

Justifica-se esse estudo porque diversos imprevistos são observados dentro do empreendimento, o que condiciona a alguns atrasos e discrepâncias de ideias entre as partes interessadas e o executor da obra. Encorajando, dessa forma, as empresas e órgãos governamentais a sua adesão, e também orientando possíveis contratantes dos serviços AEC quanto às vantagens do sistema, buscando uma melhor forma de gestão, visando economia do tempo, custos do empreendimento, uma boa relação cliente-prestador de serviços, o uso do software BIM torna-se uma ferramenta importante, logo, é essencial conhecê-lo e estudá-lo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Sistema tradicional de projeto e gerenciamento de obras

A metodologia tradicional de gerenciamento de obras está associada ao desenvolvimento de projetos em duas dimensões (2D). Este é um processo rudimentar que apresenta poucas informações sobre o empreendimento, uma vez que é composto somente por linhas representativas de cada componente a ser inserido. Com isso, confere à interpretação pessoal de cada projetista a elaboração posterior de lista de materiais, cronogramas entre outros, o que pode ocasionar desentendimentos entre as partes, resultando em incompatibilidade de projetos em outros segmentos (GRIESANG, 2018). Segundo Vanni (1999), por exemplo, o projeto elétrico pode não ser compatível com o arquitetônico e, por sua vez, com hidráulico, ou dimensionamentos errôneos, sejam físicos ou financeiros e outras particularidades de cada empreendimento que não são possíveis observar com esse nível básico de projeto.

Embora cada empreendimento possua suas particularidades, existe um padrão de características a serem elaboradas previamente no início da execução do mesmo, são elas (GRIESANG, 2018):

- Levantamento quantitativo de composição de custo unitários;
- Orçamento da obra;
- Cronograma físico-financeiro;
- Compatibilização de projetos.

2.2 Composição de custos unitários: metodologia convencional

O processo de levantamento quantitativo de materiais e mão de obra trata-se do primeiro requisito para a iniciação de um empreendimento. Dessa forma, será possível conhecer o custo da obra para conhecimento do valor a ser investido e viabilidade da mesma. Este processo está relacionado com a qualidade dos projetos e de tempo disponível do analista para levantamento de dados quantitativos destinados a cada etapa do empreendimento (PARISOTTO, 2003).

Na metodologia convencional de gerenciamento, este trabalho é realizado manualmente por um analista, que deve realizar um levantamento minucioso dos

trabalhos a serem realizados por corpo técnico, materiais, equipamento, tarifas, eventuais gastos com serviços terceirizados, locação de obra e outros. Por se tratar de um trabalho manual e que sucede a etapa de projeto básico, que por sua vez pode ser precária de informações, esse tipo de processo está sujeito a erro humano (EASTMAN *et al.* 2014).

Por se tratar de um processo inicial, é importante a organização das informações obtidas através de planilhas com detalhamento de materiais e serviços que compõe o empreendimento, uma vez que todo projeto está sujeito a particularidades e imprevistos ao decorrer de seu desenvolvimento (IBEC², 2019). Desta forma, caso necessário, é possível organizar os novos quantitativos orçamentários com base na planilha inicialmente desenvolvida (FIG. 1):

Figura 1 - referência planilha orçamentaria de composição de preços.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA									
Referência de Preço: Preço SETOP Janeiro / 2018 desonerado				Data: 06/09/2018		LDI = 25,00%			
Item	Código	DISCRIMINAÇÃO DOS ITENS/SERVIÇOS	Unid.	Quant.	Preço Unit. s/ BDI	Preço Unit. c/ BDI	Total R\$		
INSTALAÇÃO DA OBRA									
1.1	10-PL-005	Placa de Obra, em chapa galvanizada, conforme modelo visual Governo de Minas 3,00x1,50m	unid	1,00	1.073,06	1.341,33	3.618,01		
1.2	10-TAP-020	Tapume em chapa de madeira h=2,20m	m	12,00	91,86	114,83	1.377,90		
1.3	LOC-005-005	Locação da obra com gabarito	m²	407,80	6,67	8,34	688,78		
FUNDAÇÃO									
2.1	TER-ESC-005	Escavação manual de vaas h<1,5m	m³	10,54	40,71	50,96	637,14		
2.2	TER-AP-005	Aplicamento de fundo de vaas com soquete	m²	25,74	13,79	17,24	443,69		
2.3	FUN-COM-040	Fornecimento e lançamento de Concreto estrutural virado em obra fck=18MPa	m³	10,54	372,79	465,99	4.911,51		
2.4	ARM-CC-020	Corre, dobra e armação CA 50/60	kg	421,60	7,50	9,38	3.952,50		
ESTRUTURA									
3.1	EST-FOR-005	Forma e desforma em tabua de pinho	m²	28,77	63,94	79,93	2.099,67		
3.2	EST-COM-030	Fornecimento e lançamento de Concreto estrutural virado em obra fck=20MPa	m³	6,59	400,04	500,05	4.295,43		
3.3	ARM-CC-020	Corre, dobra e armação CA 50/60	kg	429,30	7,50	9,38	4.026,56		
ALVENARIA E OUTROS SERVIÇOS									
Otr. Geral									
PRONTO									

Fonte: Acervo empresa X³.

² Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos. Disponível em: <<https://ibecensino.org.br/blog/levantamento-quantitativo-de-obras-entenda-como-fazer/>>. Acesso em: 2 nov. 2021.

³ A empresa por razões de sigilo preferiu não se identificar.

2.3 Orçamento da obra: metodologia convencional

O orçamento da obra trata-se do preço final definido após levantamento da planilha de composição de preços, e devem ser consideradas todas as expensas administrativas, lucros, gastos com pessoal e outros, ou seja, é o montante a ser investido para o desenvolvimento total do empreendimento (CARDOSO, 2009).

Ainda segundo Cardoso (2009) o processo de produção da obra gera vários encargos para a empresa, como aluguel, mão de obra, energia, sendo assim, é de suma importância o cumprimento de um cronograma e uma boa gestão de obras que aja da forma mais abrangente possível de forma a mitigar qualquer imprevisto na obra, desta forma, evitando um aumento no custo do empreendimento. Os custos de um orçamento são compostos por:

- **CUSTOS INDIRETOS:** segundo Cabral (1998), são as despesas não relacionadas ao desenvolvimento físico do empreendimento, e abrangem despesas financeiras, lucro, impostos, possíveis riscos. Estes são fatores que não podem ser previstos em fase de projeto, assim é utilizado o benefício e despesas indiretas (BDI) conforme ACORDÃO Nº 2622/2013 – TCU, de forma a estipular um percentual a ser acrescido no valor orçamentário que seja capaz de cobrir estas expensas. O TCU estabelece percentuais mínimos e máximos (quartis) para cada tipo de construção e índice avaliado, como observa-se na FIG. 2:

Figura 2 - Composição do BDI conforme ACORDÃO Nº 2622/2013 – TCU

Item Componente do BDI		Intervalo de admissibilidade			Valores Propostos (%)
		Mínimo (%)	Médio (%)	Máximo (%)	
AC	Adm Central	3,00	4,00	5,50	4,00
R	Riscos	0,97	1,27	1,27	1,27
S + G	Seguro e Garantia	0,80	0,80	1,00	0,80
DF	Despesas Financeiras	0,59	1,23	1,39	1,11
L	Lucro	6,16	7,40	8,96	7,40
I	Tributos (PIS+COFINS+ISS)	3,65	5,75	6,65	4,10
	Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta (CPRB)		4,50		4,50

BDI % = 26,02

OBS: 1) Esta planilha foi elaborada conforme equação para cálculo do percentual do BDI recomendada pelo relatório do acórdão TCU – 2369/2011 e TCU – 2622/2013, conforme abaixo ilustrado.

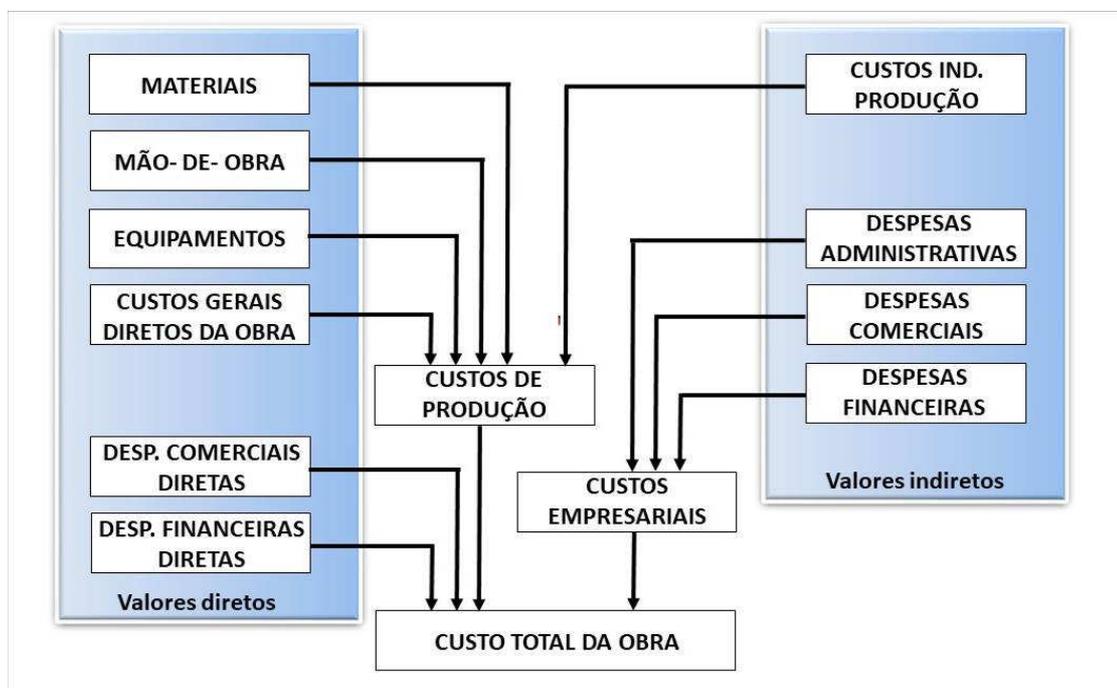
$$BDI = \left(\left(\frac{(1 + (AC + R + S + G))(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)} \right) - 1 \right) \times 100$$

Fonte: Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica⁴, 2016.

- **CUSTOS DIRETOS:** são os custos estimados para o desenvolvimento da parte física do empreendimento, seja com materiais, mão de obra e demais despesas fixas (SILVA⁵, 2021).

Na FIG. 3, observa-se custos diretos e indiretos.

Figura - Custos diretos e indiretos.



Fonte: CABRAL, 1988. Adaptado pelo autor.

⁴ Disponível em <https://www2.fab.mil.br/ala3/images/editais/reforma_eletrica_5eta/BDICOM.PDF>. Acesso em: 10 out. 2021.

⁵ AltoQI. Disponível em: <<https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/4403415995031-Or%C3%A7amento-de-obras-Custos-diretos-e-indiretos>>. Acesso em: 10 out. 2021.

2.4 Cronograma físico-financeiro: metodologia convencional

“O cronograma físico-financeiro é a representação gráfica do plano de execução da obra e deve cobrir todas as suas fases, desde a mobilização, passando por todas as atividades previstas no projeto, até a desmobilização do canteiro” (DIAS, 2004, p.152). Ainda segundo o autor este modelo de cronograma em questão demonstra as partes “físicas” tangíveis da obra e seus “custos” financeiros no desenvolvimento de todo o empreendimento.

Na metodologia convencional existem alguns modelos para sua elaboração, desenvolvidos até mesmo pela engenharia de produção, devendo seguir uma ordem cronológica: definição dos serviços; definição dos recursos; quantitativos; orçamentação e verificação de viabilidade (BALLARD, 2000).

Segundo Griesang (2018) o analista ou engenheiro responsável pelo gerenciamento da obra deve possuir habilidade e certa experiência para que atinja um resultado satisfatório e assertivo na elaboração do cronograma. É importante ressaltar a importância de manter a atualização de informações no cronograma de forma que condiga com a realizada atual do empreendimento. Desta forma, será possível prever certos contratempos e tentar minimizar seus impactos previamente. Existem alguns programas que possibilitam a criação de um cronograma físico-financeiro e os mais usuais são o Excel e *MS-Project* da família *Microsoft* (FIG. 4). Ambos apresentam uma boa organização de informações e conseguem representar facilmente a relação entre as informações, porém, necessitam ser “alimentadas” manualmente, tendendo a falhas.

Figura 4 - Modelo cronograma físico-financeiro elaborado no Excel.

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	% INC.	1º MÊS		2º MÊS		3º MÊS		4º MÊS		5º MÊS		6º MÊS		TOTAL
				VALOR	%											
1	INSTALAÇÃO DA OBRA	3.618,01	1,59%	3.618,01	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.618,01
2	FUNDAÇÃO	9.844,85	4,32%	9.844,85	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.844,85
3	ESTRUTURA	10.381,66	4,55%	4.152,66	40%	6.229,00	60%	-	-	-	-	-	-	-	-	10.381,66
4	ALVENARIA	52.079,16	22,84%	20.831,66	40%	31.247,49	60%	-	-	-	-	-	-	-	-	52.079,16
5	COBERTURA	24.645,22	10,81%	-	-	11.090,35	45%	13.554,87	55%	-	-	-	-	-	-	24.645,22
6	IMPERMEABILIZAÇÃO	2.417,98	1,06%	-	-	2.417,98	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	2.417,98
7	PISOS	18.259,91	8,01%	-	-	5.477,97	30%	7.303,97	40%	5.477,97	30%	-	-	-	-	18.259,91
8	REVESTIMENTO	34.941,14	15,32%	-	-	8.735,28	25%	8.735,28	25%	10.482,34	30%	6.988,23	20%	-	-	34.941,14
9	PINTURA	17.493,37	7,67%	-	-	-	-	-	-	1.749,34	10%	1.749,34	35%	6.122,68	55%	17.493,37
10	FORRO E PISO FALSO	2.016,77	0,88%	-	-	907,55	45%	1.109,22	55%	-	-	-	-	-	-	2.016,77
11	SERRALHERIA	2.113,45	0,93%	-	-	-	-	634,03	30%	845,38	40%	634,03	30%	-	-	2.113,45
12	VIDRAÇARIA	872,00	0,38%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	348,80	60%	872,00	
13	ESQUADRIAS	13.064,48	5,73%	-	-	1.306,45	10%	2.612,90	20%	2.612,90	20%	3.266,12	25%	3.266,12	13.064,48	
14	INSTALAÇÕES	28.218,29	12,37%	-	-	5.643,66	20%	5.643,66	20%	8.465,49	30%	8.465,49	30%	-	-	28.218,29
15	EQUIPAMENTOS	5.667,33	2,49%	-	-	-	-	1.983,56	35%	1.983,56	35%	1.700,20	30%	-	-	5.667,33
16	SANITÁRIOS E DE COZINHA	2.423,84	1,06%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.423,84	100%	2.423,84
17	DIVERSOS	38.447,18	16,86%	38.447,18	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.447,18
18	TOTAL MENSAL			38.447,18		73.055,73		41.577,50		31.616,98		27.525,54		15.834,51		228.057,44
19	TOTAL ACUMULADO			38.447,18		111.502,91		153.080,41		184.697,38		212.222,93		228.057,44		228.057,44
20	TOTAL GERAL	228.057,44	100,00%	228.057,44	100,00%	228.057,44	100,00%	228.057,44	100,00%	228.057,44	100,00%	228.057,44	100,00%	228.057,44	6,94%	228.057,44

Fonte: empreendimento analisado empresa X.

2.5 Compatibilização de projetos: metodologia convencional

Segundo Avilla (2011) inicialmente, o projeto de um empreendimento traz consigo várias idealizações que podem sofrer alterações após a análise dos dados levantados previamente, seja por inviabilidade financeira, ocupacional e outros. O anteprojeto deve conter todas as informações idealizadas obedecendo às normas vigentes conforme localização, representando, minuciosamente, todas as etapas de acordo com cada tipo de empreendimento. No geral, dificilmente uma obra pronta estará idêntica ao projeto básico, logo, é necessário um *As-Built* (projeto que representa o que realmente foi executado). No entanto, dependendo do momento em que estas alterações ocorrem, podem gerar custos à obra.

No decorrer do empreendimento é comum que sofram algumas alterações. É importante atentar que o mesmo projeto em questão será utilizado para base de instalações elétricas, hidráulicas, de ventilação e outros. Assim, torna-se importante a atualização simultânea de informações para que não haja conflito entre projetos, fazendo com que eles ocupem o mesmo espaço (SILVA, MSTC *et al.*, 2011).

Na metodologia convencional de gerenciamento, a atualização deve ser feita na prancha alterada e ainda nas pranchas correlacionadas a mesma. Este processo manual ocorre em *softwares* que não são paramétricos, necessitando de maior tempo para desenvolvimento, o que pode ocasionar atrasos no cronograma e, conseqüentemente, despesas financeiras. A atualização e verificação ficam suscetíveis a erros humanos, como por exemplo: esquecer-se de atualizar a parte hidráulica quando houver alteração arquitetônica (GRAZIANO, 2003).

3 SISTEMA DE PROJETOS E GERENCIAMENTO DE OBRAS POR BIM

Segundo Eastman *et al.* (2014) o *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia que atribui dados paramétricos em seu desenvolvimento com a finalidade de atribuir uma maior precisão no desenvolvimento do projeto e gerenciamento da obra. Como se trata de uma metodologia, o BIM não está

vinculado a um único *software*. Para o presente trabalho será considerada a sua aplicação junto ao *Revit*, ferramenta da família *Autodesk*⁶.

Segundo a Sienge⁷(2021), a metodologia BIM é extensiva a diversas áreas da engenharia, da construção e da arquitetura, o que possibilita o desenvolvimento de empreendimentos diversificados como arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico, projeto de aquecimento, entre outros. No entanto, com um notório diferencial quanto à metodologia convencional e ao nível de detalhamento de informações.

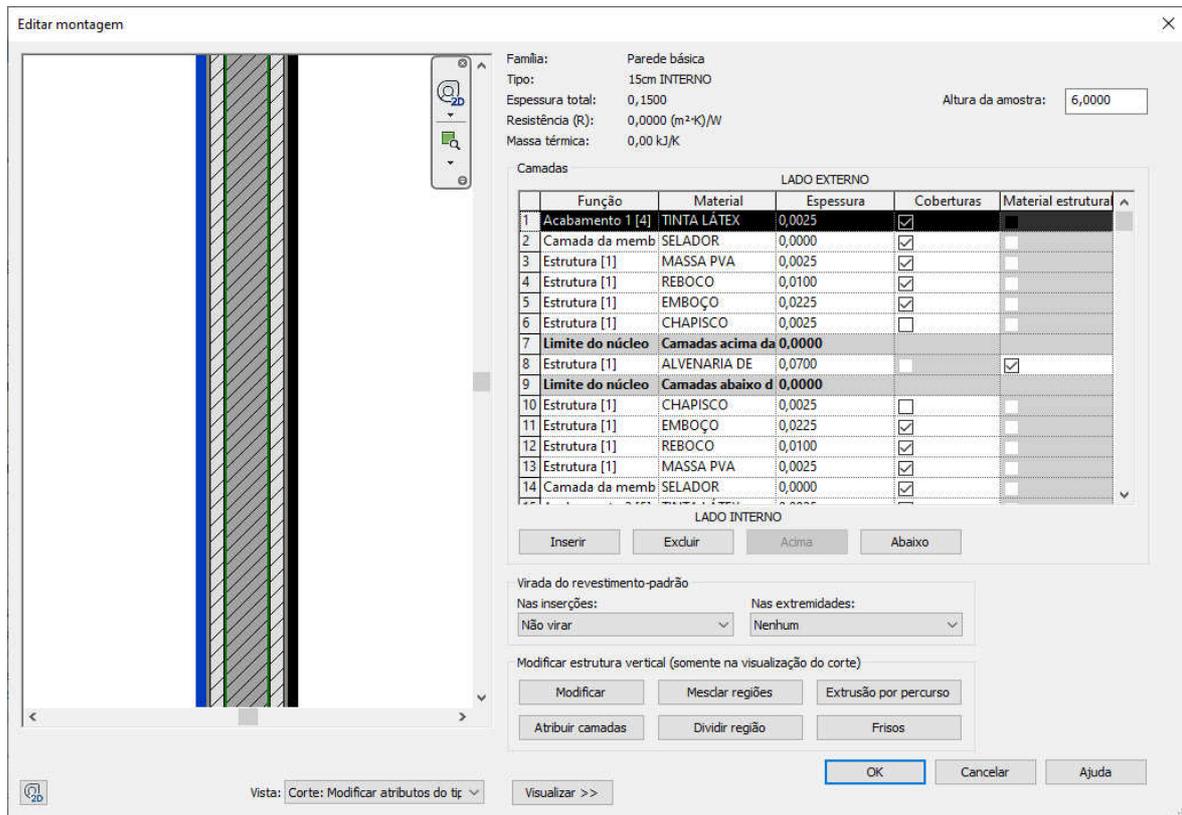
Quando se fala em dados paramétricos aplicados ao BIM, refere-se a um conjunto de informações que compõe uma estrutura, sendo assim, todo componente ou informação inserida no *software* estará vinculada a um conjunto de características, buscando o maior nível de informações e detalhamento. Esse conjunto de informações é denominado “família” dentro do *Revit* (REVITTEMPLATE⁸, 2018). Logo, em um exemplo da família parede arquitetônica, é possível observar dados como: parede interna ou externa, tipo de vedação (bloco cerâmico/ de concreto e outros), espessura do reboco, emboço, chapisco, revestimento, pintura e outros, conforme observado na FIG. 5.

⁶ *Autodesk*: empresa desenvolvedora de *software* de design e conteúdo digital, responsável pela criação do *Revit* (software BIM) assim como o AutoCAD (ferramenta de desenvolvimento de projetos em 2 e 3D utilizando a metodologia convencional).

⁷ Plataforma Sienge. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

⁸ Revit Template. O que são famílias no Revit e como configurar. Escrito por Guilherme. Disponível em: <<https://revittemplate.com.br/revit/o-que-e-familia-revit/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

Figura 5 - Detalhes da família parede arquitetônica



Fonte: acervo próprio.

O *Revit* trata-se de uma ferramenta intuitiva e com alguns níveis de automação, o que agiliza o processo do desenvolvimento do projeto, onde, por exemplo, ao desenvolver uma prancha em 2D automaticamente será gerada uma vista 3D, facilitando a visualização do trabalho desenvolvido, aprimorando o nível de entendimento do processo e verificando possíveis incompatibilidades na execução do mesmo. Possui ferramentas diferenciadas e específicas para diversos tipos de estruturas que auxiliam no processo de desenvolvimento, onde, ao selecionar o tipo informação que se quer inserir ao projeto, o *software* já possui predefinições com informações do conjunto sendo capaz de inseri-lo com facilidade e agilidade (EASTMAN *et al.* 2014).

Ao desenvolver um projeto a partir do *Revit* desde o início, é possível incluir vínculos de informações multidisciplinares dentro do mesmo projeto. Será utilizado como exemplo para aplicação do método um projeto público de um empreendimento, em que, ao desenvolver a arquitetura do mesmo, é possível realizar a integração do sistema hidráulico e elétrico, desta forma, obtendo uma maior assertividade em áreas distintas (MELLO, 2012). A metodologia permite um

grande nível de detalhamento e automação de informações, no entanto, há a necessidade da alimentação do mesmo, ou seja, ao desenvolver um projeto arquitetônico e iniciar o projeto elétrico, por exemplo, há a possibilidade de implantar as cargas elétricas do edifício, dimensionar disjuntos, cabos, circuitos e padrões, organizar sistema de passagem da mangueira corrugada (“conduíte”), evitando a necessidade de quebras posteriores na estrutura para sua implantação e interligação de cargas entre pavimentos. Ao realizar esses processos, o próprio *software* possui a automação para criação do diagrama unifilar. O mesmo processo equivale para as demais necessidades do projetista, pendendo somente ao nível de informação concedida ao projeto conforme a necessidade do empreendimento (EASTMAN *et al.* 2014).

Com todas essas informações inseridas junto ao projeto, o que mais se destaca é a geração da lista de materiais e quantitativos gerados pelo próprio *Revit*. Trata-se de uma lista extensiva de materiais e quantitativo de serviços, com a possibilidade de inserção de valores para o mesmo. Através dessas listas, é possível aumentar consideravelmente a assertividade de orçamentos, evitando, assim, imprevistos, seja por sub ou superdimensionamento. Existem, também, programas que fazem a integração por meio de *plug-ins* junto ao *Revit*, que coletam todas essas informações do projeto desenvolvido e conseguem elaborar cronogramas, orçamentos, implantar fases do empreendimento, memorial de cálculo, entre outros, fazendo a sincronização com o projeto. Sendo assim, ao realizar qualquer tipo de mudança no projeto, todo o material é atualizado para manter a sincronicidade das informações (MENEZES, 2011).

3.1 Dimensões 2D/ 3D/ 4D/ 5D/ 6D/ e 7D

Conforme Hardin (2009) explica, inicialmente, eram elaborados projetos bidimensionais (2D) integrados com projetos tridimensionais (3D). Com a evolução do tempo, novas dimensões foram surgindo, e quanto mais dimensões o projeto possui, maior o nível de precisão e detalhes do projeto.

Addor *et al.* (2010) explica essas dimensões como:

- A) 2D – Duas dimensões: projeto bidimensional é composto por linhas planas, assim como na metodologia tradicional;

- B) 3D – Três dimensões: projeto tridimensional é composto por todas as vistas de um projeto, possibilitando uma melhor visualização do mesmo;
- C) 4D – Quatro dimensões: é composto pelas etapas citadas anteriormente, sendo atribuído o tempo ao projeto e possibilitando a criação de cronogramas e uma visão da evolução da obra (*Navisworks*);
- D) 5D – Cinco dimensões: 4D + atribuição de valor ao projeto, é informado valor de cada componente, possibilitando a criação de listas orçamentárias;
- E) 6D – Seis dimensões: 5D + eficiência empreendimento, é inserido validade dos componentes e sustentabilidade;
- F) 7D – Sete dimensões: 6D + ciclo de vida do empreendimento. Trata-se da manutenção de dados do projeto, de forma a mantê-lo sempre atualizado e, desta forma, facilitando manutenções futuras, sendo possível antecipar as mesmas.

3.2 Elaboração de um empreendimento por BIM

3.2.1 Desenvolvimento de projetos

A elaboração de projetos através do *Revit* traz consigo uma maior facilidade de dimensionamento, detalhamento e visualização. Para um desenvolvimento assertivo é importante a utilização adequada de informações na elaboração dos projetos, definindo parâmetros que servirão de base para levantamento quantitativo de materiais, mão de obra, cronogramas e outros (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

A interface apresenta definições específicas para cada tipo de projeto, como exemplo informações detalhadas de composição de peças, materiais, esquadrias das mais diversas. Desta forma, é possível estabelecer, ainda em fase de projeto, os vínculos corretos que serão posteriormente convertidos em planilhas (ANDRADE; RUSCHEL, 2011). São alguns exemplos:

- Área de alvenaria;
- Esquadrias;
- Tubulações, equipamentos e conexões hidro sanitárias;
- Cabos e componentes elétricos;
- Acabamentos;

- Área de topografia;
- Outros.

3.2.2 Composição de custos unitários e orçamento: metodologia BIM

Conforme Roginski (2011) aponta quando desenvolvido um projeto a partir de um *software* BIM, é possível gerar dentro do *software* listas quantitativas conforme à necessidade do projetista, utilizando os parâmetros informados dos componentes. Desta forma é possível mitigar erros humanos, por falha ao realizar contagem de componentes, por medidas errôneas, entre outros.

A partir destas listas é possível alguns tipos de abordagem para levantamento orçamentário, podendo dentro do próprio *software* inserir preços de cada “família”. No entanto, seria um processo a princípio lento para criação de acervo, inclusão dos dados obtidos em planilhas de base orçamentárias (SINAP⁹, SETOP¹⁰, ORSE¹¹, etc.), ou até mesmo para a utilização de vínculos com extensões que possibilitem esse orçamento dentro da plataforma *Revit* (ANDRADE *et al.* 2002).

No estudo realizado foi analisada a plataforma SEOBRA¹² (FIG. 6), que se trata de uma extensão para o *Revit*. Nesta, é possível incluir orçamentos e vincular projetos de onde são extraídos, diretamente, seus dados para o orçamento. A extensão em questão utiliza diversos bancos de dados (referência de valores), possibilita a inclusão BDI e gera listas quantitativas e etapas.

No projeto analisado não foi elaborada uma comparação de valores, uma vez que, por se tratar de uma obra de 2018, os preços claramente seriam discrepantes.

⁹ SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

¹⁰ SETOP: Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. Fornecido pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade de Minas Gerais – SEINFRA.

¹¹ ORSE: Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (Brasil).

¹² SEOBRA: Sistema de Análise e Elaboração de Orçamento de Obras. Disponível em: <<https://www.seobra.com.br/for-revit>>. Acesso em: 25 out. 2021.

Figura 6 - Extensão SEOBRA for Revit.

Editar Orçamento
Contem todas as informações do orçamento incluindo os serviços

Dados do Orçamento

ID: 502838
 Empresa:
 Orçamento: Projeto farmácia
 Descrição: Projeto farmácia
 Data: 02/11/2021
 Cliente:
 Unidade de Medida:
 Quantidade: 1

Fontes selecionadas

SINAPI MG 2021/09 COM DESONERAÇÃO
 SBC MG 2021/09 - Belo Horizonte
 SETOP MG 2021/07 - Central COM DESONERAÇÃO
 SUDECAP MG 2021/07 COM DESONERAÇÃO
 COPASA MG 2021/07 - Base Centro
 SICRO NOVO MG 2021/04 COM DESONERAÇÃO
 SICRO MG 2021/11 COM DESONERAÇÃO
 PERÍODIA PERÍODIA

Valores

BDI (%): 0
 Valor Simples (A): R\$ 0,00
 Valor Encargos (B): R\$ 0,00
 Valor com Encargos (A+B): R\$ 0,00
 Valor BDI (C): R\$ 0,00

Adicionar Etapa

Número	Código	Nome	Unidade	Quantidade	Quant. Revit	Valor Unitário	Valor	Ordem	Funções
RAIZ DO ORÇAMENTO									

Fonte: acervo próprio.

3.2.3 Cronograma físico-financeiro: metodologia BIM

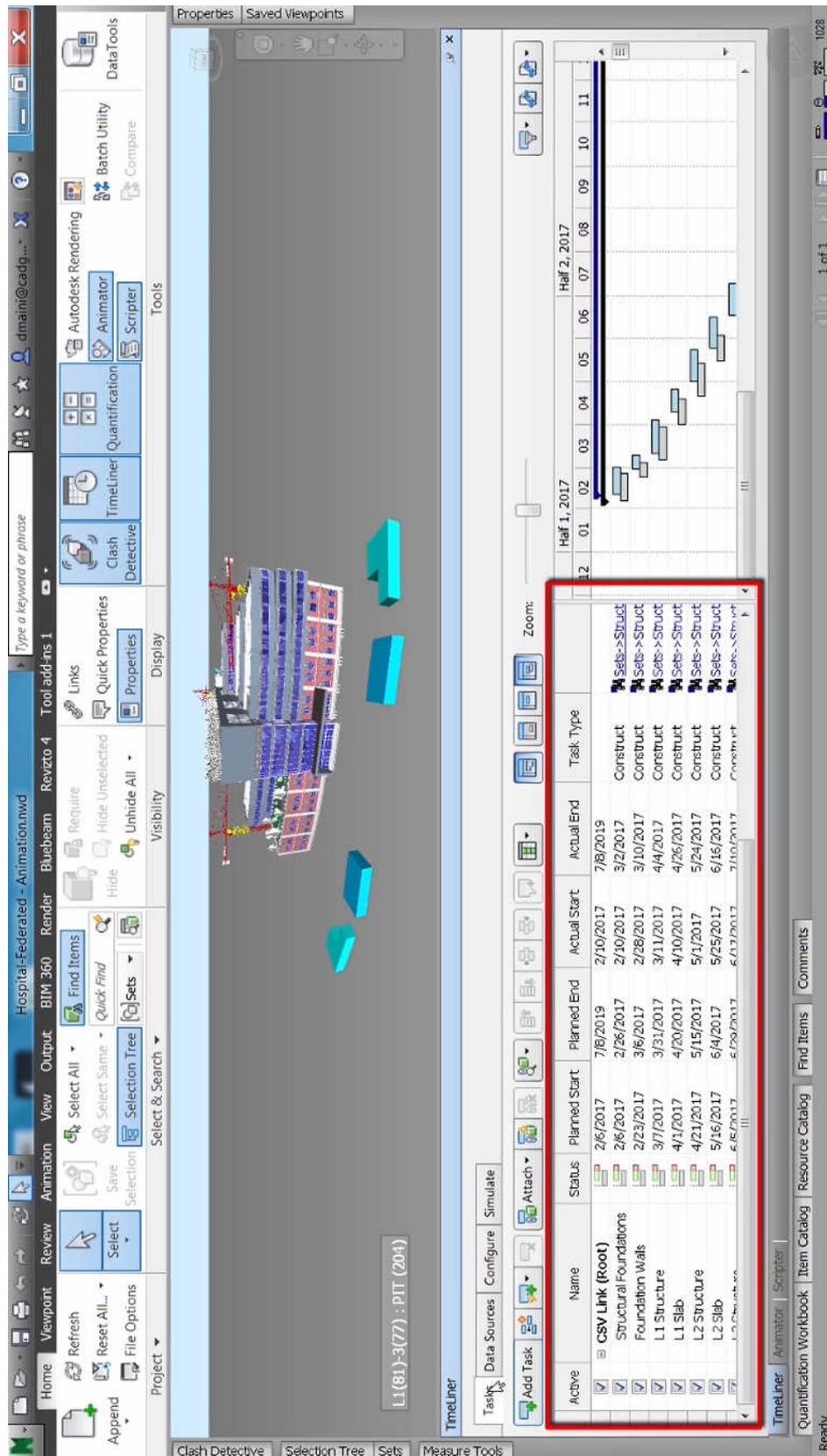
Com a utilização da metodologia é possível a criação de gráficos Gantt¹³ e cronogramas automáticos com a importação de dados através do *Navisworks*¹⁴. O *software* utiliza os dados paramétricos extraídos da modelagem BIM juntamente com parâmetros básicos de início e término de atividades. Além de tratar de dados extraídos diretamente do projeto, o *software* consegue realizar a verificação de conflitos e períodos de execução. Assim, o gestor de gerenciamento consegue visualizar rapidamente os possíveis atrasos e realizar os ajustes necessários (EASTMAN *et al.* 2014).

Um ponto que se destaca no *Navisworks* (FIG.7) é a possibilidade de simular a obra virtualmente, desta forma é possível acompanhar todo o processo do empreendimento, podendo analisar o andamento em determinado período e valor desembolsado (AUTODESK, 2010).

¹³ Modelo de gráfico de barras utilizado para ilustrar o andamento da obra facilitando o entendimento.

¹⁴ *Navisworks Simulate*: ferramenta para os profissionais projetarem e controlarem o cronograma conforme são realizados os desenhos e as alterações parametrizadas de projeto durante a obra.

Figura 7 - Plataforma Navisworks.



Fonte: Autodesk¹⁵.

¹⁵ Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/navisworks-products/learn-explore/caas/video/youtube/watch-v-qy6bmo4gCDc.html>>. Acesso em: 02 de nov. 2021.

3.2.4 Compatibilização de projetos: metodologia BIM

Com a metodologia BIM é possível a importação de projetos para complementação, ou seja, para realização dos projetos hidráulico, elétrico e estrutural, nos quais será importado o projeto arquitetônico previamente criado, onde é estabelecido um vínculo entre os mesmos, fazendo com que seja possível notar incompatibilidades ainda em fase de projeto conforme afirma Fabricio (2002).

A visualização detalhada de componentes fornecidas pelo software facilita a compreensão do projeto em fase executiva, de modo que minimizar dúvidas e más interpretações por parte do executor, realizando o empreendimento de forma mais assertiva e rápida (EASTMAN *et al.* 2014).

4 VANTAGENS E DESAFIOS BIM

No que se refere ao comparativo a *softwares* bidimensionais, é notória a maior precisão de projetos realizados em plataformas integradas ao BIM. Outro ponto favorável é a parametrização de dados e componentes facilitados pelo método, aumentando a produtividade por meio de ferramentas intuitivas que possibilitam a criação de diversas vistas detalhadas, modelação 3D, lista quantitativa de materiais de forma automatizada, deste modo, tornando o projeto mais preciso e evitando a necessidade de um levantamento quantitativo manual pelo projetista (OLIVEIRA, 2015).

A compatibilidade de projetos evidencia mais uma vantagem fornecida pelo método, sendo possível a integração de diversos *softwares* de áreas distintas compatíveis com a metodologia BIM. Assim, todos os projetos ficam interligados entre si, possibilitando a visibilidade de conflitos (COSTA, 2013). Além disso, é possível, após reunir todas as informações de projetos, arquitetônico, hidráulico, elétrico, estrutural e outros que sejam necessários o emprego no empreendimento, é possível executar uma simulação através do *Navisworks*, identificando conflitos entre estruturas e outros possíveis imprevistos, podendo antecipar problemas e elimina-los quando possível.

Uma pesquisa realizada em 2018, pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), identificou que entre 700 empresas brasileiras do ramo da construção civil, apenas 9,2% implantaram a metodologia BIM em sua rotina de trabalho (ABDI, 2018).

Visando a reversão deste cenário, o Governo Federal instituiu, em 2 de abril de 2021, o decreto nacional¹⁶ que prevê a obrigatoriedade da integração gradual do sistema BIM a partir do ano de 2021 em obras de execução direta ou indireta (de obras e serviços de engenharia), realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

No entanto, é necessário apontar como desvantagem da metodologia, o alto custo para sua implantação e o longo período de adaptação à metodologia. Os *softwares* que possibilitam a integração do BIM necessitam de computadores com um alto desempenho, pois agregam uma série de valores que antes não eram visualizados em programas bidimensionais. Além disso, a capacitação de funcionários requer um valor considerável e investimento para treinamentos, uma vez que são softwares mais complexos para utilização (EASTMAN *et al.* 2014).

5 O ESTUDO DE CASO

Para um maior entendimento da metodologia a critério de elaboração do presente memorial, foi desenvolvido um projeto básico de um empreendimento, visando à comparação dos métodos tradicional e BIM, destacando, primordialmente, as discrepâncias em levantamentos quantitativos, que interferem diretamente em um orçamento errôneo.

Para o presente estudo, não foram considerados valores, uma vez que se trata de uma obra já realizada há alguns anos. Logo, torna-se inviável a comparação de valores. Projetos desenvolvidos:

- Arquitetônico – apêndice A e B;
- Hidrossanitário – apêndice C;
- Estrutural – apêndice D;

Após a elaboração dos projetos na plataforma *Revit*, foi possível a visualização de várias tabelas quantitativas conforme TAB. 1, TAB. 2, TAB. 3, TAB. 4 e TAB. 5:

¹⁶ Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 04 nov. 2021.

Tabela 1 - Tabela material laje geradas pelo *Revit* em projeto elaborado.

MATERIAL LAJE PRÉ MOLDADA				
Tipo	Material: Nome	Área	Volume	Material: Índice de Perda
Laje/Pré-moldada h12 (TETO)	Concreto	118,86m ²	23,47m ³	5%
Piso concreto	Concreto	77,46m ²	3,87%	5%

Fonte: acervo próprio (adaptado pela autora).

Tabela 2 - Tabela material pintura geradas pelo *Revit* em projeto elaborado.

PINTURA			
Categoria	Nome	Índice de perda	Área
Paredes	Massa acrílica	10%	302,95 m ²
Paredes	Massa PVA	10%	507,21 m ²
Paredes	Selador	10%	507,21 m ²
Paredes	Tinta acrílica	10%	302,94 m ²
Paredes	Tinta látex	10%	507,21 m ²
Pisos	Massa PVA	10%	130,74 m ²
Pisos	Selador	10%	130,74 m ²
Pisos	Tinta látex	10%	130,74 m ²

Fonte: acervo próprio (adaptado pela autora).

Tabela 3 - Tabela de conexões para esgoto geradas pelo *Revit* em projeto elaborado.

CONEXÕES PARA ESGOTO		
Quantidade	Descrição	Linha
3	Bucha de redução longa 50x40mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
2	Joelho 45° 40mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
27	Joelho 90° 40mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
9	Joelho 90° 50mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
4	Joelho 90° 75mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
12	Luva simples 50mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
9	Luva simples 75mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
4	Tê 40x40mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
4	Tê 75x50mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal
1	Tê 75x75mm, esgoto série normal - Tigre	Série normal

Fonte: acervo próprio (adaptado pela autora).

Tabela 4 - Tabela de tubos rígidos geradas pelo *Revit* em projeto elaborado.

TUBOS RÍGIDOS		
Comprimento	Descrição	Diâmetro
63,71	Tubo série normal	40 mm
5,81	Tubo série normal	50 mm
21,65	Tubo série normal	75 mm

Fonte: acervo próprio (adaptado pela autora).

Tabela 5 - Tabela de sapatas geradas pelo *Revit* em projeto elaborado.

SAPATAS				
Família e tipo	Área	Volume	Volume estimado da armadura	Contagem
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	819,65 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	820,66 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	807,08 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	800,05 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	811,61 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	769,39 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	834,73 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	836,24 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	811,11 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	805,07 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	844,28 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	787,48 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	741,74 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	796,53 cm ³	1
Sapata - retangular 80x80x20	1,45 m ²	0,23m ²	801,05 cm ³	1
SOMATÓRIO	21,75 m²	3,49 m²	12086,67 cm³	15

Fonte: acervo próprio (adaptado pela autora).

Além destas, torna-se possível a aplicação dos mais diversos filtros, dependendo somente ao nível de informações cedidas ao projeto. Contudo, foram analisados os itens de maior peso no orçamento quantitativo do empreendimento e criada uma tabela comparativa, destacando a diferença quantitativa indicada pela metodologia convencional e BIM, acusando, assim, o sub ou superdimensionamento (APÊNDICE E).

Analisando a tabela apêndice E, é possível visualizar o subdimensionamento de diversos itens, além de destacar outros que sequer foram incluídos no desenvolvimento original, utilizando uma forma generalizada quantitativa pouco precisa. Também foi observada a ausência de etapas importantes, como:

- Limpeza e preparo do terreno;

- Despesas com projetos executivos;
- Despesas com pessoal para monitoramento da obra;
- Licenças, taxas e seguros;
- Despesas administrativas quanto à medicina e à segurança do trabalho;
- Projeto *As-Built*;
- Limpeza final da obra.

Dentre outras que aqui não foram listadas. Tal fato poderia ser evitado caso houvesse um planejamento mais preciso utilizando a metodologia BIM, interligando eventos e projetos e verificando conflitos e imprevistos através da utilização de maior nível de detalhamento como 5D ou 6D. Vale ressaltar ainda que na tabela comparativa desenvolvida (APÊNDICE E) não foram considerados nenhum valor de margem de erro, o que é inaplicável em uma obra na prática, uma vez que sempre há desperdícios, imprevistos, quebra de materiais e outros. Tal fato foi adotado a fim de criar maior aproximação possível com o projeto real, de forma a evidenciar suas discrepâncias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apresentado no presente trabalho, as duas metodologias (BIM e tradicional) se diferem em diversos pontos. Contudo, apesar da grande gama de automação de processos fornecidos pelo BIM, o projeto e gerenciamento dependem diretamente do profissional projetista. Sendo necessária a implantação de todas as informações e vínculos precisos de forma a obter um projeto e dimensionamento assertivos. No caso da inserção de dados falsos ou incoerentes com o parâmetro, pode ocasionar um dimensionamento errôneo.

Logo, com o presente trabalho é possível observar que a metodologia tradicional possui menor custo e mais rápida de ser desenvolvida, no entanto, é suscetível a erro em diversas fases do projeto e gerenciamento. Tal fato se dá pela necessidade de análise humana na maior parte do processo. Já na metodologia BIM, o projeto e gerenciamento são complexos e demandam um maior tempo, devendo ser elaborados por um projetista com amplo conhecimento no *software* e obras, a fim de fornecer parâmetros corretos a cada etapa desenvolvida, agregando uma maior precisão ao projeto.

O processo de implantação BIM deve-se considerar os investimentos com pessoal especializado para o desenvolvimento e uma demanda maior de tempo do projetista. Além disso, os softwares exigem licenças com valores consideráveis e exigem uma máquina com desempenho mínimo especificado.

Nota-se, então, a necessidade de levantamento prévio do empreendimento e análise de dimensões e custos, de forma a verificar se o valor para implantação da metodologia não altera de forma considerável o custo da obra.

No presente estudo de caso, por se tratar de um projeto de pequeno porte, não justificaria a utilização da metodologia BIM. Porém, a metodologia de gerenciamento tradicional poderia funcionar bem se aplicada com seriedade. Notou-se a ocorrência de falhas na elaboração quantitativa, o que ocasionou a necessidade de realizar uma nova licitação.

Já o sistema de gerenciamento BIM, por ser baseado em *softwares*, quando não são anexadas as devidas informações e realizada a manutenção e controle do processo, detecta o erro e alerta o usuário, forçando, assim, a utilização correta. Contudo, o sistema BIM tende a ser um sistema mais confiável que o sistema tradicional de gerenciamento.

APÊNDICE A

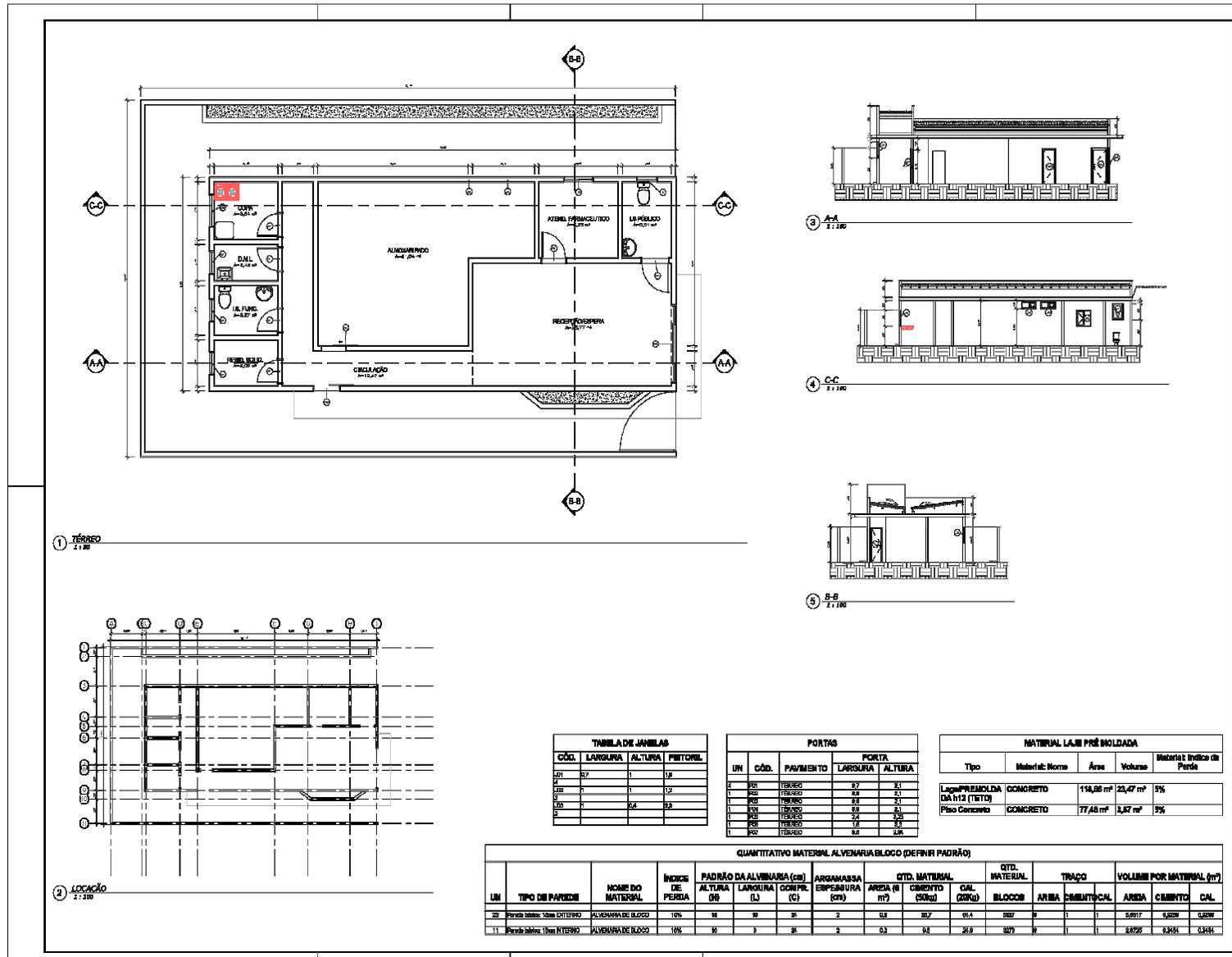


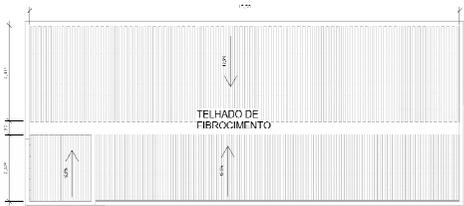
TABELA DE JANELAS			
CÓD.	LARGURA	ALTURA	PISTORIL
J01	0,7	1	1,9
J02	1	1	1,2
J03	1	0,6	0,8

PORTAS				
UN.	CÓD.	PAVIMENTO	LARGURA	ALTURA
2	P01	TERREO	0,7	2,1
1	P02	TERREO	0,6	2,1
1	P03	TERREO	0,8	2,1
1	P04	TERREO	0,4	2,1
1	P05	TERREO	1,2	2,1
1	P06	TERREO	0,8	0,9

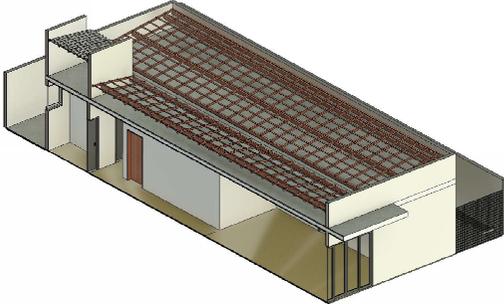
MATERIAL LAM. PRÉ-MOLDADA				
Tipo	Material: Marca	Área	Volume	Matéria e Índice de Perda
Lapa/PREMOLEDA DA H12 (TETO)	CONCRETO	114,86 m²	23,47 m³	5%
Piso Concreto	CONCRETO	77,48 m²	3,87 m³	5%

QUANTITATIVO MATERIAL ALVENARIA/BLOCO (DEFINIR PADRÃO)																	
UN.	TIPO DE PAREDE	NOME DO MATERIAL	ÍNDICE DE PERDA	PADRÃO DA ALVENARIA (cm)		ARGAMASSA ESPESURA (cm)	QTD. MATERIAL		QTD. MATERIAL		TRAÇO		VOLUME POR MATERIAL (m³)				
				ALTURA (m)	LARGURA (L)		ÁREA (m²)	CONCRETO (CONC)	CAL (CAL)	BLOCOS	ÁREA CIMENTO/CAL	ÁREA CIMENTO	CAL				
28	Paredo simples 10cm EXTERNO	ALVENARIA DE BLOCO	10%	10	19	30	2	0,4	30,7	0,4	30,7	0	1	1	0,6017	0,6209	0,4889
11	Paredo simples 10cm INTERNO	ALVENARIA DE BLOCO	10%	10	19	30	2	0,2	0,4	26,9	30,7	0	1	1	2,8725	0,2451	0,4481

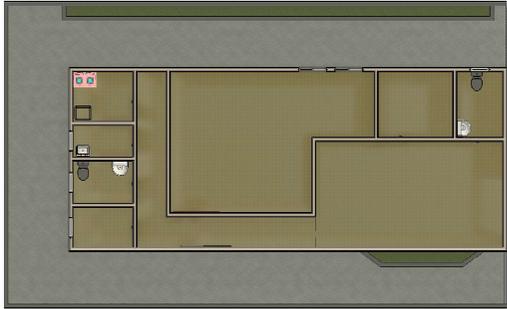
APÊNDICE B



1 COBERTURA
1 : 100



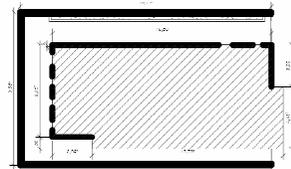
3 ESTRUTURA TELHADO



2 3D SUPERIOR



4 VISTA FACHADA



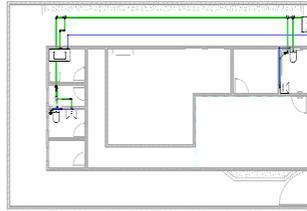
5 SITUAÇÃO
1 : 200

PINTURA			
Category	NOME	ÍNDICE PERDA	ÁREA
Paredes	MASSA ACRILICA	10%	309,86 m²
Paredes	MASSA PVA	10%	507,21 m²
Parcões	SELADOR	10%	507,21 m²
Paredes	TINTA ACRILICA	10%	302,04 m²
Paredes	TINTA LÁTEX	10%	507,21 m²
Pisos	MASSA PVA	10%	130,74 m²
Pisaca	SELADOR	10%	130,74 m²
Piseca	TINTA LÁTEX	10%	130,74 m²

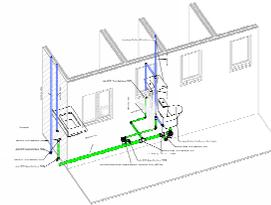
TABELA DE AMBIENTES				
Nº	NOME	PAVIMENTO	ÁREA	PERÍMETRO
10	COFA	TERREO	3,84 m²	7,88 m
11	D.M.L	TERREO	2,43 m²	6,68 m
12	ALMOXARIFADO	TERREO	31,04 m²	24,80 m
13	ATEND. FARMACEUTICO	TERREO	6,29 m²	10,05 m
14	US. PÚBLICO	TERREO	3,91 m²	8,02 m
15	RESID. SÓLID.	TERREO	3,08 m²	7,17 m
16	U.S. FUNC.	TERREO	3,27 m²	7,35 m
17	RECEPÇÃO/ESPERA	TERREO	26,77 m²	21,13 m
18	CIRCULAÇÃO	TERREO	12,47 m²	25,47 m
9			92,10 m²	116,45 m

QUANTITATIVO MADEIRAMENTO TELHADO					
QD	ÍTEM	DIMENSÕES (m)		MEDIDAS	
		b	h	COMPR. (m)	VOLUME (m³)
55	Caibro	0,05	0,05	160,37	0,481
55				160,37	0,481
21	Ripa	0,05	0,015	231,15	0,173
21				231,15	0,173
30	Telha Fibrocimento - Onduflora			87,77	0,000
30				87,77	0,000
10	Terça	0,06	0,1	107,83	0,647
10				107,83	0,647
116				587,11	1,301

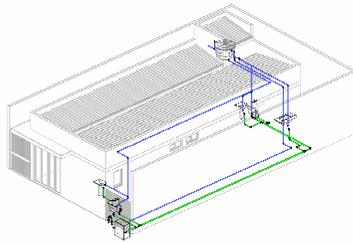
APÊNDICE C



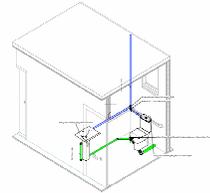
1 PLANTA BAIXA
1:100



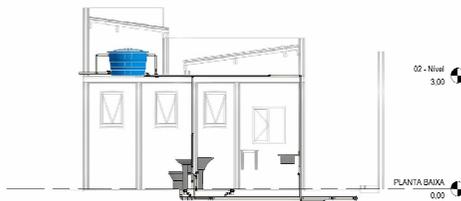
3 ISOMÉTRICO BANHEIRO
E COZINHA FUNC.



2 ISOMÉTRICA TUBULAÇÃO



4 ISOMÉTRICO BANHEIRO
PÚBLICO



5 CORTE A-A
1:50

Tubos Rígidos		
Comprimento	Descrição	Diâmetro
Tubo Série Normal		
63,71	Tubo Série Normal	40,00 mm
5,81	Tubo Série Normal	50,00 mm
21,65	Tubo Série Normal	75,00 mm

Conexões para Esgoto			
Quantidade	Descrição	Linha	Código
3	Bucha de Roscação Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
2	Joelho 45º 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
27	Joelho 90º 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
9	Joelho 90º 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
4	Joelho 90º 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
12	Luxa Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
9	Luxa Simples 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
4	Tê 40 x 10mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
4	Tê 75 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	
1	Tê 75 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	

Caixas e Ralos		
Quantidade	Sistema	Descrição
3	Esgoto	Antiespuma 100 mm, Esgoto - TIGRE
3	Esgoto	Caixa Sifonada Giraflex (3 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Diâmetro: 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE
1	Água Fria	CJ Corpo Tampa Caixa d'Água 500 litros RT, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	Tampo para Caixa d'Água 500 litros RT, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	10mmx80mm para Caixa d'Água 1/2", Água Fria - TIGRE

Registros e Válvulas			
Quantidade	Descrição	Size	Fabricante
1	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		© Tigre S/A
2	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água, PVC branco, Água Fria - TIGRE		© Tigre S/A
3	Registro Espira VS Compacto Soldável 40mm - TIGRE	40,00 mmx40,00 mm	© Tigre S/A

APÊNDICE E

DISCRIMINAÇÃO DOS ITENS/SERVIÇOS	Unid.	Quant. Original	Quant. levantada	
INSTALAÇÃO DA OBRA				
Placa da Obra, em chapa galvanizada, conforme modelo visual Governo de Minas 3,00x1,50m	unid	1,00	NÃO LISTADO	
Tapume em chapa de madeira h=2,20m	m	12,00		
Locação da obra com gabarito	m²	107,80		
FUNDAÇÃO				
Escavação manual de valas h<1,5m	m³	10,54	15,58	SUBDIMENCIONADO
Apiloamento de fundo de valas com soquete	m²	25,74	88,01	SUBDIMENCIONADO
Fornecimento e lançamento de Concreto estrutural virado em obra fck=18MPa	m³	10,54	10,39	SUPERDIMENCIONADO
Corte, dobra e armação CA 50/60	kg	421,60	571,83	SUBDIMENCIONADO
ESTRUTURA				
Forma e desforma em tábuas de pinho	m²	25,77	NÃO LISTADO	
Fornecimento e lançamento de Concreto estrutural virado em obra fck=20MPa	m³	8,59	8,48	SUPERDIMENCIONADO
Corte, dobra e armação CA 50/60	kg	429,50	757,73	SUBDIMENCIONADO
ALVENARIA E OUTRAS VEDAÇÕES				
Alvenaria de tijolo cerâmico furado 20cm, a revestir	m²	180,52	226,53	SUBDIMENCIONADO
Alvenaria de tijolo cerâmico furado 15cm, a revestir	m²	128,80	92,83	SUPERDIMENCIONADO
Tijolo maciço 10cm, a revestir	m²	4,42	2,13	SUPERDIMENCIONADO
Muro divisorio de bloco de concreto revestido e= 15 cm, h= 2,20 m, inclusive sapata de concreto armado fck= 15 Mpa, 50 x 55 cm	m	47,23	46,89	SUPERDIMENCIONADO
COBERTURA				
Cobertura em Telha ondulada em fibro-cimento esp.6mm	m²	89,69	87,77	SUPERDIMENCIONADO
Engradamento para telhado em telha fibrocimento ondulada	m²	89,69	96,55	SUBDIMENCIONADO
Caibro de madeira	m		160,37	SUBDIMENCIONADO
Ripas	m		231,15	SUBDIMENCIONADO
Terças	m		107,83	SUBDIMENCIONADO
Laje pré-moldada aparente, inclusive capeamento, fck = 20Mpa, esp=10cm (capeamento E=4cm) e elemento de enchimento de 6cm e sobrecarga de 300kg/m²	m²	118,69	118,86	SUBDIMENCIONADO
Peitoril pré-moldado de concreto fck= 18MPa (Proteção platibanda chapéu-pingadeira de concreto pré-moldado para platibanda L=25 cm	m	48,68	59,19	SUBDIMENCIONADO
Rufos e contra-rufos em chapa galvanizada nº 24, desenv. 25cm	m	47,71	62,00	SUBDIMENCIONADO
IMPERMEABILIZAÇÃO				
PISO DE SANITÁRIOS, COPA E DML				
Impermeabilização com argamassa e impermeabilizante, tipo SIKA TOP 100	m²	13,64	13,45	SUPERDIMENCIONADO
MARQUISE E CALHA				
Impermeabilização com Manta asfáltica 4mm (para marquise e calha)	m²	20,68	23,25	SUBDIMENCIONADO
Impermeabilização com argamassa e impermeabilizante, tipo SIKA TOP 100	m²		118,85	SUBDIMENCIONADO
Proteção mecânica para manta (com areia e cimento e=1,5cm)	m²	20,68	23,25	SUBDIMENCIONADO
PISOS				
Rodapé de granito cinza andorinha h= 7 cm	m	42,70	58,01	SUBDIMENCIONADO
Soleira de granito cinza andorinha e=2cm	m²	1,46	0,72	SUPERDIMENCIONADO
Peitoril de granito cinza andorinha e=2cm	m²	2,71	2,40	SUPERDIMENCIONADO
Porcelanato extra(45x45)cm MOZART ICE - ELIANE, assentado com argamassa pré-fabricada	m²	92,99	114,76	SUBDIMENCIONADO
Contrapiso e=5 cm, com argamassa 1:3	m²	92,99	104,33	SUBDIMENCIONADO
Piso em concreto fck=13,5Mpa, E=8cm em acabamento sarrafeado, para área externa	m²	51,82	77,46	SUBDIMENCIONADO

REVESTIMENTO				
Chapisco em argamassa cimento e areia 1:3	m²	770,40	940,89	SUBDIMENSIONADO
Reboco em argamassa 1:2:8, cimento cal e areia	m²	711,23	940,89	SUBDIMENSIONADO
Emboço traço 1:6	m²	59,17	98,87	SUBDIMENSIONADO
Revestimento em azulejo (20x20)cm assentado com argamassa pré-fabricada	m²	59,17	53,01	SUPERDIMENSIONADO
PINTURA				
Preparação para pintura com fundo selador	m²	520,75	637,95	SUBDIMENSIONADO
Pintura pva latex, 02 demãos sem massa corrida (paredes externas), exclusive fundo selador	m²	197,50	318,98	SUBDIMENSIONADO
Pintura textura tipo grafitado cor verde Capim limão ref: coral 10GY 71/180	m²	16,57		NÃO LISTADO
Pinura acrílica, em parede, com massa corrida, 02 demãos, exclusive fundo selador	m²	323,25	302,94	SUPERDIMENSIONADO
Pintura esmalte 02 demãos em estrutura de ferro	m²	33,50		NÃO LISTADO
Pinura latex, em parede, com massa corrida, 02 demãos, exclusive fundo selador			318,98	SUBDIMENSIONADO
Pintura acrílica, 02 demãos com massa corrida pva, inclusive fundo selador, forro de gesso	m²	40,70	118,86	SUBDIMENSIONADO
FORROS E PISO FALSO				
Forro de gesso em placas acartonadas(FGA)	m²	40,70		NÃO LISTADO
Placa em acrílico leitoso 3mm	m²	5,60		NÃO LISTADO
SERRALHERIA				
Portão de ferro padrão, em chapa tipo lambri, colocado com cadeado, para uso externo (235x180)cm	m²	4,23		NÃO LISTADO
Guarda corpo / Gradil em tubo metalom (20 x 20)mm e=1,2mm h=180cm - Padrão SEDS	m	1,50		
Chapa de aço inox para parte inferior da porta do I.S público (90x40)cm	unid.	2,00		
VIDRAÇARIA				
Espelho com moldura em alumínio para PNE 60x90cm	m²	1,20		NÃO LISTADO
Vidro comum liso incolor 4mm	m²	5,60		
ESQUADRIAS				
<i>Verificar quadro de esquadrias ni projeto arquitetônico padrão</i>				
JA01- Janela de alumínio tipo MAXIM-AR (70x100)cm, inclusive assentamento e fornecimento	m²	2,80	2,80	IGUAIS
JA02- Janela de alumínio tipo CORRER (100x100)cm, inclusive assentamento e fornecimento	m²	2,00	2,00	IGUAIS
JA03- Janela de alumínio tipo MAXIM-AR (100x40)cm, inclusive assentamento e fornecimento	m²	0,80	0,80	IGUAIS
PM01- Porta de madeira tipo BANDEIRA (90x210)cm completa, inclusive assentamento.	unid.	1,00	1,00	IGUAIS
PM02- Porta de madeira tipo BANDEIRA (80x210)cm completa, inclusive assentamento.	unid.	1,00	1,00	IGUAIS
PM03- Porta de madeira tipo BANDEIRA (70x210)cm completa, inclusive assentamento.	unid.	4,00	4,00	IGUAIS
PM04- Porta de madeira tipo CORRER (80x210)cm completa, inclusive assentamento.	unid.	3,00	3,00	IGUAIS
PF01- Porta de ferro tipo CORRER (90x210)cm completa, inclusive assentamento.	unid.	1,00	1,00	IGUAIS
E01- Porta perfil de alumínio e vidro temperado verde 10mm tipo CORRER (240x225)cm completa, inclusive assentamento.	unid.	5,40	5,40	IGUAIS
E02- Aquário perfil de alumínio e vidro temperado verde 10mm tipo FIXO (300x170)cm completo, inclusive assentamento.	m²	5,10	5,10	IGUAIS
E03- Aquário perfil de alumínio e vidro temperado transparente 8mm tipo FIXO (100x100)cm completo, inclusive assentamento.	m²	1,00	1,00	IGUAIS
E04- Aquário perfil de alumínio e vidro temperado verde 8mm tipo FIXO (150x170)cm completo, inclusive assentamento.	m²	2,55	2,55	IGUAIS
INSTALAÇÕES				
Elétrica, inclusive mão-de-obra e fornecimento de material.				
Ponto de luz embutido, inclusive eletroduto de pvc rígido e caixa com espelho	pt	28,00		NÃO LISTADO
Ponto de interruptor embutido, inclusive eletroduto de pvc rígido e caixa com espelho	pt	11,00		
Ponto de tomada embutido, inclusive eletroduto de pvc rígido e caixa com espelho	pt	13,00		
Disjuntor monopolar termomagnético 15A	unid.	2,00		
Disjuntor monopolar termomagnético 20A	unid.	4,00		
Disjuntor monopolar termomagnético 50A	unid.	1,00		

Barra de apoio aço inox para PNE L=100cm parede	unid	2,00	
Barra de apoio para PNE L=40cm porta	unid	2,00	
Ducha higiênica com registro para controle de fluxo de água 1/2"	unid	2,00	
Papeleira de louça branca	unid	1,00	
Papeleira metálica cromada, inclusive fixação	unid	1,00	
DIVERSOS			
Persiana horizontal em alumínio verde claro	m2	1,00	NÃO LISTADO
Plantio e preparação de covas de forração, exceto fornecimento de mudas	m2	49,79	
Fornecimento de forração	m2	49,79	
Fornecimento e plantio de grama esmeralda em placas	m2	12,00	
Escada de marinho tubo metálico galvanizado D=3/4" e D=1/2"	m	4,16	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI. **Modelagem BIM é alternativa para reverter cenário atual da construção civil.** Disponível em: < <https://www.abdi.com.br/postagem/modelagem-bim-e-alternativa-para-reverter-cenario-atual-da-construcao-civil>>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- ADDOR, Miriam Roux A.; SANTOS, Eduardo Toledo. **Espaços interativos de coordenação de projetos em BIM:** uma comparação entre Brasil e EUA. In: simpósio brasileiro de qualidade do projeto no ambiente construído, 3.; encontro brasileiro de tecnologia de informação e comunicação na construção, 6., 2013, campinas. Anais... Porto alegre: antac, 2013. P. 1-12.
- ANDRADE, A. C., SOUZA U. E. L.; **Diferentes Abordagens Quanto ao Orçamento de Obras Habitacionais: Aplicação ao Caso do Assentamento da Alvenaria.** In: Anais... do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído, ENTAC. Foz do Iguaçu-PR, 2002.
- ANDRADE, MAX L. V. X.; RUSHCEL, Regina Coeli. **Building Information Modeling (BIM).** O Processo de Projeto em Arquitetura: da teoria à tecnologia. Org. Doris C. C. K. Kowaltowski. 2011. 421 - 442p.
- AUTODESK. **Software de BIM multidisciplinar para projetos coordenados e de maior qualidade.** Disponível em < <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>>. Acesso em: 25 de ago. 2021.
- AUTODESK, Navisworks. San Rafael: **Autodesk, Inc.**, 2010. Disponível em <http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk_navisworks_2011_brochure.pdf>. Acesso em: 25 de ago. 2021
- AVILA, Vinicius Martins. **Compatibilização de projetos na construção civil:** estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011.
- BALLARD, Glenn. **The Last Planner System of Production Control.** Thesis (Doctor of Philosophy) – Faculty of Engineering, the University of Birmingham. 99 Birmingham, 2000. (Tradução por: <https://translate.googleusercontent.com/translate_f>. Acesso em 30 out. 2021.
- CABRAL, Eduardo C. C. **Proposta de Metodologia de Orçamento Operacional para Obras de Edificações.** Tese de Mestrado em Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 1988.
- CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco.** São Paulo, PINI, 2009.
- CODAS, Manuel M. Benitez. **Gerência de projetos: uma reflexão histórica.** Revista de Administração de Empresas, v. 27, 1987. 33-37p.
- COSTA, E. N. **Avaliação da Metodologia Bim para a Compatibilização de Projetos.** Ouro Preto 2013.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas B.I.M.:** um desafio para melhoria no ciclo de vida do projeto. In: Encontro de tecnologia de informação e comunicação na construção civil, 3 ed., Porto Alegre, 2007.

DE ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências.** Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2009.

DE RESENDE, Carlos César Rigueti. **Atrasos de obra devido a problemas no Gerenciamento.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: Uma metodologia para orçamentação de obras civis.** Copiare, ed. 9, 2004.

DURANTE, FÁBIO KISCHEL. **O uso da metodolo/gia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos.** Gerente BIM, Londrina, PR: UEL, 2013.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM:** um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman Editora Ltda. 1 ed. Porto Alegre, 2014. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho *et al.*

FABRICIO, Márcio Minto; MELHADO, Silvio Burrattino. **Por um processo de projeto simultâneo.** In: II Workshop nacional: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2002, porto alegre. Anais... Porto alegre: PUC/RS - UFSM - EESC/USP, 2002.

GUILHERME. **O que são famílias no Revit e como configurar.** Revit Template. Disponível em: <<https://revittemplate.com.br/revit/o-que-e-familia-revit/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras.** São Leopoldo, 2008.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos.** Mestrado profissionalizante, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo-SP, 2003.

GRIESANG, Arthur Guilherme. **Estudo comparativo para análise de gerenciamento tradicional: Indicação de aplicação da tecnologia BIM.** Trabalho de Conclusão de Curso, 2018.

HARDIN, B. **BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows.** Indianápolis: Wiley, 2009.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos-: As Melhores Práticas.** Bookman Editora, 2006.

LANGNER, Cristiano; HERMANN, Lorenzo Ratzlaff; RADÜNS, Caroline Daiane. **Vantagens e desvantagens do conceito BIM na área da construção civil**. Salão do Conhecimento, 2019.

MAGALHÃES, Rachel Madeira; MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello. **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. Gestão & Produção, v. 25, 2017. 44-55 p.

MARTINS, Bianca Capelo Faria; DE MIRANDA, Vinícius Antônio Montgomery. **Cronograma físico-financeiro em obras de edificação**. Revista Científic@ Universitatis, v. 3, n. 2, 2015.

MELLO, R. B. **BIM e custos**: maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff. São Paulo: Autodesk, 2012.

MENEZES, Gilda L. B. **Breve Histórico de Implantação da Plataforma BIM**. In: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, 2011.

OLIVEIRA, Rodrigo de. **Potencial do BIM**. Disponível em: <http://www.academia.edu/10152195/Potencial_do_Bim>. Acesso em: 30 out. 2021.

OLIVIERI, Hylton; GRANJA, Ariovaldo Denis; PICCHI, Flávio Augusto. **Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado**. Ambiente Construído, v. 16, 2016. 265-283 p.

PARISOTTO, Jules Antonio *et al.* **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**. 2003.

Presidência da República
Secretaria-Geral: Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 04 nov. 2021.

ROGINSKI, D. **Quantity Takeoff Process for Bidding State Using BIM Tools in Danish Construction Industry**. Master Thesis – Thecnical University of Denmark, 2011.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Ambiente construído, v. 13, 2013. 151-165 p.

SIENGE, Plataforma. **Tecnologia BIM: guia completo**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

SILVA, MSTC *et al.* **Planejamento e controle de obras**. Monografia para graduação de Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

SILVA, Ricardo Bartolato. **Orçamento de obras: Custos diretos e indiretos**. AltoQI. Disponível em: <<https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/4403415995031-Or%C3%A7amento-de-obras-Custos-diretos-e-indiretos>>. Acesso em: 10 out. 2021.

STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. Edward. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, ed. 5, 1999.

VANNI, Cláudia Maria Kattah. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios**. 1999.