

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
FORTIFICAÇÃO E CONSTRUÇÃO**

**Ten MATEUS CARACAS VERAS  
Ten MARINA MENDONÇA ALVES  
Alu Civ RAFAEL ROCHA PINHEIRO BASTOS**

**ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DOS PROJETOS E  
ORÇAMENTO DO PRÉDIO ANEXO AO IME EM BIM**

**RIO DE JANEIRO**

**2019**

**INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

**Ten MATEUS CARACAS VERAS**  
**Ten MARINA MENDONÇA ALVES**  
**Alu Civ RAFAEL ROCHA PINHEIRO BASTOS**

**ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DOS PROJETOS E  
ORÇAMENTO DO PRÉDIO ANEXO AO IME EM BIM**

Projeto Final de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Fortificação e Construção do Instituto Militar de Engenharia, como requisito para título de Engenheiro de Fortificação e Construção.

Orientador: Maj QEM Giuseppe Miceli Junior – MSc.

Rio de Janeiro

2019

©2019

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Praça General Tibúrcio, 80 – Praia Vermelha

Rio de Janeiro – RJ CEP: 22290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmear ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

620.1	Veras, Mateus Caracas Alves, Marina Mendonça Bastos, Rafael Rocha Pinheiro
G924p	Estudo de Compatibilidade dos Projetos e Orçamento do Prédio Anexo ao IME em BIM / Mateus Caracas Veras, Marina Mendonça Alves, Rafael Rocha Pinheiro Bastos; orientado por Giuseppe Miceli Junior – Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2019.  102p. : il.  Projeto de Fim de Curso (PROFIC) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2019.  1. Curso de Engenharia de Fortificação e Construção – Projeto de Fim de Curso. 2. BIM. I. Miceli Junior, Giuseppe. II. Título. III. Instituto Militar de Engenharia.

**INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

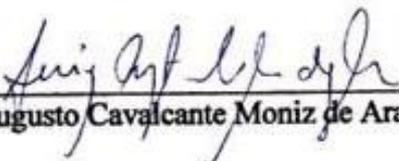
**Ten MATEUS CARACAS VERAS**  
**Ten MARINA MENDONÇA ALVES**  
**Alu Civ RAFAEL ROCHA PINHEIRO BASTOS**

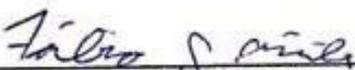
**ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DOS PROJETOS E  
ORÇAMENTO DO PRÉDIO ANEXO AO IME EM BIM**

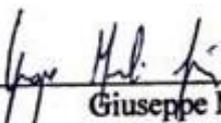
Projeto Final de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Fortificação e Construção do Instituto Militar de Engenharia, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Fortificação e Construção.

Orientador: Maj QEM Giuseppe Miceli Junior – MSc.

Aprovada em 11 de outubro de 2019 pela seguinte Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Luiz Augusto Cavalcante Moniz de Aragão Filho – DSc

  
\_\_\_\_\_  
Fábio Grisolia de Ávila – DSc

  
\_\_\_\_\_  
Giuseppe Miceli Junior – MSc

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente a Deus, que sempre nos fortaleceu e guiou nos momentos de dificuldade e nos levou ao caminho certo e desejado.

Às nossas famílias, que confiaram em nosso trabalho, incentivando a alcançar nossos objetivos.

Ao nosso professor orientador Maj QEM Giuseppe Miceli Junior por toda a disponibilidade, empenho e dedicação, cruciais para a concretização deste trabalho.

Ao professor Cel QEM Luiz Augusto Cavalcante Moniz de Aragão Filho por toda a experiência, aprendizado e tutoria durante o desenvolvimento deste trabalho.

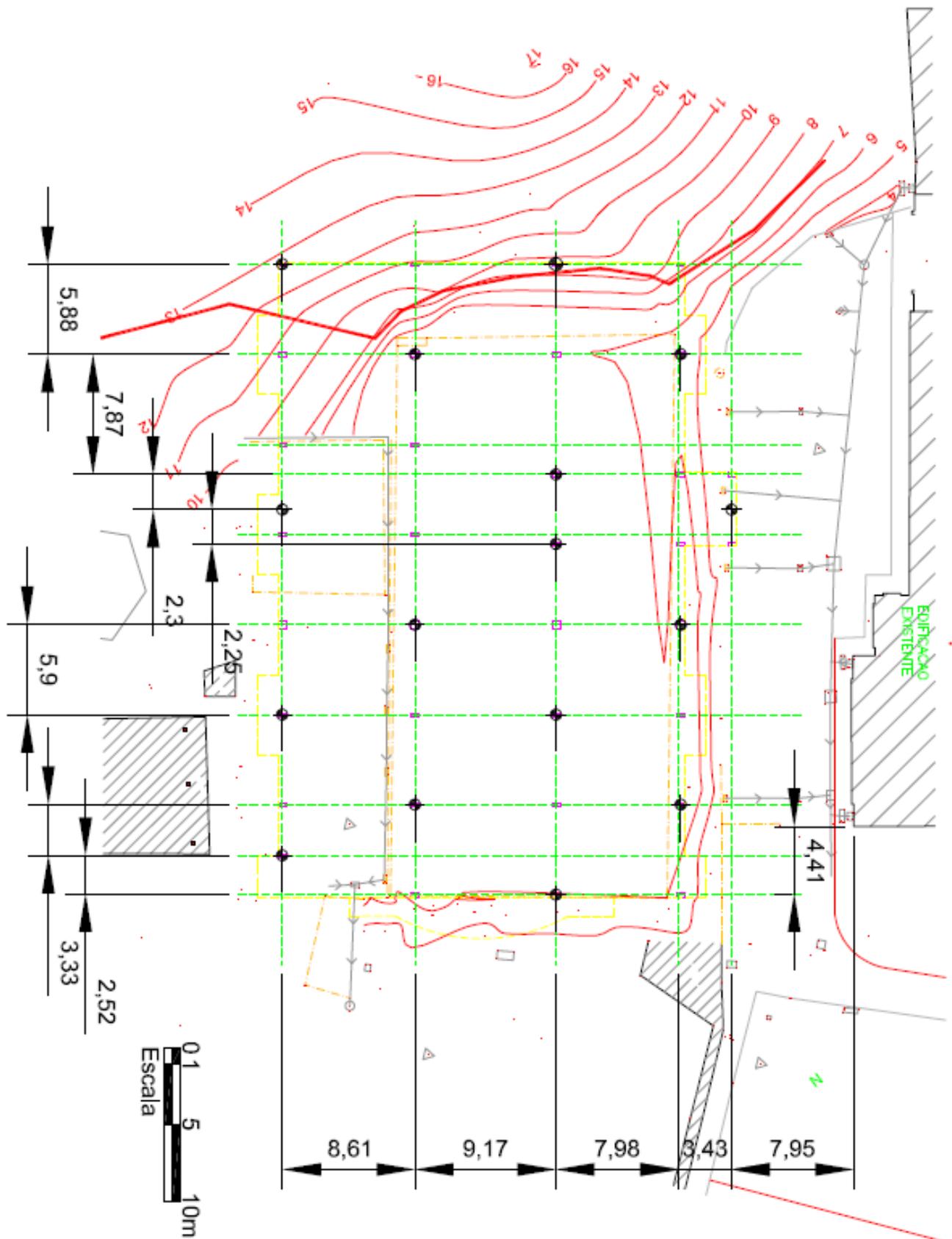
A todos os professores e amigos que direta ou indiretamente nos ajudaram durante todo o trajeto no Instituto Militar de Engenharia.

# SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
ABSTRACT .....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. FERRAMENTAS E PROJETO DE ARQUITETURA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. CONCEITO DE BIM.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. BIM NA ARQUITETURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. REVIT .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5. PROJETO DE ESTRUTURA DE EDIFICAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.5.1. ESTUDO PRELIMINAR.....</b>	<b>22</b>
<b>2.5.2. PROJETO BÁSICO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5.3. PROJETO EXECUTIVO.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6. GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.1. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO – EAP.....</b>	<b>24</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1. FUNDAÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.1. INCONSISTÊNCIA ENTRE AS SONDAGENS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.2. NÚMERO E DISTRIBUIÇÃO DAS SONDAGENS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.3. INCOMPATIBILIDADE DA FUNDAÇÃO E ESTRUTURA PROJETADA             COM O TERRENO.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. DRENAGEM.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3. ESTRUTURA.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4. ARQUITETURA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.1. VARANDAS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.2. ADIÇÃO DE COPA E ÁREA DE CONVIVÊNCIA EM CADA ANDAR.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.3. ALOJAMENTO DOS NÃO RESIDENTES .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.4. MODIFICAÇÃO DO 5º PISO .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5. HIDRÁULICA - ÁGUA FRIA.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6. HIDRÁULICA - ESGOTO.....</b>	<b>42</b>
<b>3.7. ORÇAMENTO.....</b>	<b>45</b>
<b>3.7.1. COMPOSIÇÕES NÃO PREVISTAS NO REVIT .....</b>	<b>52</b>
<b>3.7.2. ELEMENTOS DE DIMENSÕES VAZIAS NO MODELO DE             ARQUITETURA.....</b>	<b>55</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>4.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....</b>	<b>57</b>

<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>
---	-----------

ANEXO 1: PLANTA DE SONDAGENS PROPOSTA PARA ESTE TRABALHO



**ANEXO 2: COMPARATIVO TOTAL ENTRE QUANTIDADE DE COMPOSIÇÕES . 62**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 1 - Ciclo de Vida BIM .....	19
FIG. 2 - BIM e suas dimensões.....	20
FIG. 3 – Posição relativa das sondagens.....	26
FIG. 4 – Vista em elevação do edifício.....	27
FIG. 5 – Vista em corte do eixo B-B do edifício.....	28
FIG. 6 – Vista em corte do eixo C-C do edifício .....	28
FIG. 7 – Vista em corte do eixo D-D do edifício .....	28
FIG. 8 – Vista em corte do eixo E-E do edifício.....	29
FIG. 9 – Canal de condução de água pluvial .....	30
FIG. 10 - Escada de dissipação de energia. ....	30
FIG. 11 - Modelo 3D do projeto estrutural. No projeto estrutural não foram previstas as varandas frontais. ....	31
FIG. 12 – Vista em elevação do edifício.....	31
FIG. 13 - Apartamento original no projeto. ....	33
FIG. 14 - Apartamento com as modificações propostas.....	33
FIG. 15 - Vista da fachada original do prédio .....	33
FIG. 16 - Vista da fachada do prédio com as modificações propostas. ....	34
FIG. 17 - Apartamento que foi modificado para copa e área de convivência.....	35
FIG. 18 - Apartamento modificado para copa e área de convivência. ....	35
FIG. 19 - Alojamento não residente feminino original.....	36
FIG. 20 - Alojamento não residente feminino com as modificações propostas.....	36
FIG. 21 - Alojamento não residente masculino original. ....	36
FIG. 22 - Alojamento não residente masculino com as modificações propostas. ....	36
FIG. 23 – Arquivo previsto no projeto original .....	37
FIG. 24 - Modificação para lavanderia .....	37
FIG. 25 - Sala de instrutores. ....	38
FIG. 26 – Modificação para sala de estudo individual para os alojados. ....	38
FIG. 27 - Diâmetro das colunas de distribuição.....	39
FIG. 28 - Diâmetro das colunas de distribuição.....	40
FIG. 29 - Esquema dos diâmetros previstos na coluna de distribuição .....	40
FIG. 30 - Espessura da parede inconsistente .....	40
FIG. 31 - Vista vertical das tubulações.....	41
FIG. 32 - Vista da tubulação atravessando as vigas .....	42
FIG. 33 - Chuveiro lançado no pilar .....	42
FIG. 34 - Vista da tubulação atravessando as vigas .....	43
FIG. 35 - Inclinações previstas para o projeto .....	44
FIG. 36 - Inclinações caixa sifonada .....	44
FIG. 37 - Inclinações reelaboradas para o projeto .....	44

## LISTA DE TABELAS

TAB. 1 - Comparação entre sistemas CAD não BIM e sistemas BIM.....	21
TAB. 2 - Ilustração do Orçamento de 2011 .....	49
TAB. 3- Ilustração do novo Orçamento de 2019 .....	50
TAB. 4 - Comparação entre os preços.....	51
TAB. 5 – Ilustração dos ladrilhos hidráulicos no Orçamento de 2011.....	53
TAB. 6 - Consolidado com todos os materiais de revestimento de piso do modelo 3D54	
TAB. 7 – Ilustração da Soleira no Orçamento de 2011 .....	55
TAB. 8 - Ilustração de elementos de porta zerados .....	55

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver a compatibilização, em plataforma de Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM), dos diferentes projetos do prédio anexo ao IME e propor melhorias. A equipe trabalhou em um processo integrado de modelagem e de gestão da informação, a fim de aumentar a eficiência e transparência do projeto. Para tanto, foram utilizados os recursos tecnológicos do software-*AutoDesk Revit*. Nessa metodologia, todos os projetos são feitos em paralelo e em uma mesma base compartilhada de informação. O projeto arquitetônico, já existente em Revit, foi modificado no sentido de melhor atender às demandas da região, do Instituto e dos alunos moradores; os projetos de água fria e esgoto foram criados e representados em Revit segundo os existentes em *AutoDesk AutoCAD* e alterados para que fossem corrigidas possíveis inconsistências; assim, o novo orçamento do projeto foi gerado para verificação da conveniência do projeto. O trabalho compatibilizou os projetos do prédio anexo ao IME com sucesso e aprimorou os conhecimentos de tecnologias na plataforma BIM mostrando sua eficácia devido à facilidade da administração de projeção, incompatibilidades e mudanças nesta forma totalmente cooperativa de todas as etapas.

## **ABSTRACT**

The current project aims to develop the compatibility, in the Building Information Modeling (BIM) platform, of the different projects of the building attached to the IME and improved proportions. The team worked on the integrated information modeling and management process to increase project efficiency and transparency. For this, the technological resources of AutoDesk Revit software were used. In this methodology, all projects are done in parallel and on the same shared basis of information. The architectural design, already existing in Revit, was modified to better meet the demands of the region, the Institute and the resident students; cold water and sewage designs were created and represented in Revit on the basis of existing ones in AutoDesk AutoCAD and changed so that corrected rectifications are possible; thus, the new project budget was selected to verify the suitability of the project. The work successfully matched the designs of the IME annex building and improved technology knowledge on the BIM platform by demonstrating their effectiveness due to ease of projection management, incompatibilities, and changes in this fully cooperative form at all stages.

## 1. INTRODUÇÃO

A concepção, desenvolvimento e execução de um empreendimento de grande porte dificultam a comunicação e cooperação durante um projeto, desde a concepção arquitetônica até a manutenção do edifício.

Algumas organizações, públicas e privadas, são responsáveis por administrar um conjunto de edificações de tipologia semelhante, quanto a seus usos e perfis de operações, tais como: escolas, sedes corporativas, hospitais, redes metroferroviárias, redes aeroportuárias, centros comerciais e hotéis. Nesses casos, muitas vezes, são adotadas diretrizes para a padronização de seus projetos e soluções construtivas eficiente a gestão durante seu período de vida útil. (França, 2016)

Além disso, observa-se que, usualmente, não há um processo sistematizado para a avaliação de seu desempenho. Tampouco, verifica-se a proposição de melhorias, baseadas em um aprendizado organizacional.

Devido a essa grande quantidade de informações em grandes projetos e às relações complexas entre elas no que diz respeito às etapas de projeto, construção e manutenção, bem como a diferentes disciplinas, como arquitetura, hidráulica, elétrica, mecânica, dentre outras, verifica-se como uma possível abordagem para a questão, a adoção de tecnologias para a Modelagem da Informação da Construção (BIM).

A BIM consiste em um processo integrado de modelagem e de gestão da informação, para o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção da edificação, essencial para aumentar eficiência e transparência. Para tanto, são utilizados recursos tecnológicos, que permitem a representação computacional de informações geométricas (tais como tamanho, volume, formato, altura e orientação); e não geométricos (como informações sobre o desempenho de componentes e ambientes, informações sobre sistemas, resultados quanto ao atendimento a requisitos normativos, especificações, quantitativos e custos) (BCA, 2012).

Nessa metodologia, todos os projetos são feitos em paralelo e em uma mesma base compartilhada de informação. Dentre as vantagens, destaca-se a maior eficácia na eliminação de inconsistências entre projetos. Isso ocorre porque, quando uma inconsistência surge, o projetista é avisado imediatamente e a equipe de projeto pode

decidir qual a melhor solução e essas modificações são feitas ainda na fase de projeto, reduzindo possíveis custos adicionais durante a execução da obra.

Um dos desafios da implantação dessa metodologia é a necessidade de treinamento de uma nova forma de trabalho mais colaborativa da equipe de projeto. Devido à execução compartilhada dos diferentes projetos, é necessário fomentar um trabalho mais colaborativo entre os projetistas, o que é fundamental para o trabalho. Vale ressaltar que não é necessário que a equipe sempre trabalhe reunida em um mesmo espaço, mas ela precisa desenvolver uma nova habilidade de comunicação para que todos tenham acesso aos projetos e possam solucionar as eventuais dúvidas. Com essa metodologia, uma alteração ou inconsistência entre projetos que demande uma maior intervenção é rapidamente solucionada.

São também incluídos no BIM o orçamento e cronograma da obra, em que já estão presentes todas as informações sobre os quantitativos de matérias e com uma modelagem adequada dessa informação pode ser construído um orçamento e um cronograma de maneira muito precisa. Finalmente com um projeto, orçamento e cronograma mais precisos se tem um maior controle da obra, facilitando todo o planejamento da cadeia de suprimentos, número de operários além de evitar custos adicionais e atrasos.

O objetivo desse trabalho é realizar a compatibilização, em plataforma BIM, dos diferentes projetos do prédio anexo ao IME utilizando o programa Revit da AutoDesk e propondo alterações para as incompatibilidades encontradas para que se chegue a um projeto desejável e um orçamento conveniente.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. FERRAMENTAS E PROJETO DE ARQUITETURA**

Ferramentas consistem em uma forma de facilitar o trabalho, permitindo que se alcance, em menor tempo, com menor custo e uma maior exatidão o entregável definido. Para isso, o uso de ferramentas apropriadas é importantíssimo para que se possa melhorar um processo de modo a manter a sua essência, corroborando com a citação de Eastman et al. (2011), “um bom artesão conhece suas ferramentas”. Além disso, a modificação na essência do processo, em busca de melhores resultados, pode estar condicionada ao desenvolvimento de novas ferramentas.

O projeto de arquitetura apresenta as dimensões e demais detalhes de um espaço físico criado mentalmente pelo projetista com base em: demandas de clientes, especificações técnicas e a própria criatividade. A apresentação mais formal de um projeto pode ser feita de diversas formas, por meio dos meios de representação como plantas, cortes, elevações, visões em perspectiva, ou mesmo maquetes físicas e eletrônicas. Portanto, o objetivo de um projeto de arquitetura é tornar viável a construção de uma edificação de forma mais fiel possível ao imaginado. Vale ressaltar que o projeto ocorre conforme as limitações estabelecidas, sejam estas financeiras ou temporais, dentre outras (Waelkens, 2016). Para viabilizar isso, é crucial que haja a clareza na representação das características do projeto, assegurando a assertividade dos dados disponíveis. Isso transmitirá a todos os envolvidos as informações necessárias para o desenvolvimento e execução dos trabalhos e sucesso no entregável final.

No entanto, vale ressaltar que, quanto mais complexo for o projeto, maior é a dificuldade de gerir toda a informação necessária para executá-la dentro do universo de restrições definidas. Visando a melhorar a gestão de dados, demandas cada vez mais exigentes e capacidade de processamento crescentes estimulam o estudo sobre o aprimoramento de processos e possibilidades de automação. Por isso, as formas de organização da informação de projetos e as ferramentas disponíveis para o desenvolvimento de documentação dos mesmos tem evoluído com os anos.

Na segunda metade do século XX, foi iniciada a abordagem de organização em métodos e o uso de ferramentas de apoio para projetos, em especial com as ferramentas digitais. Essa nova mudança é encontrada na forma de uma nova tecnologia inserida em

software CAD denominada Building Information Modeling (BIM) e o desenvolvimento de ferramentas de projetos digitais que facilitam sua aplicação.

## **2.2. CONCEITO DE BIM**

O projeto de arquitetura é desenvolvido paralelamente a outros projetos como sistema elétrico, hidráulico, de esgoto, estrutural, etc. Dependendo da complexidade do projeto, cada um dos projetos específicos pode ser desenvolvido por uma equipe distinta. Com isso, para que o resultado do esforço seja adequadamente atingido, é necessário um efetivo trabalho de controle e cooperação. Além disso, em muitos casos os projetos apresentam até mesmo incompatibilidades entre eles, necessitando um trabalho de adequação.

Para que os diferentes sistemas conversem entre si e viabilizem a construção, uma gestão centralizada dos dados da construção é importante. Segundo Ayres e Scheer (2006), o fato de as informações estarem centralizadas, torna mais fácil o registro de atualizações e modificações em partes do projeto, como, por exemplo, em um corte e viabiliza a atualização automática de outras partes, como, por exemplo, uma elevação, sendo o nível de informação apresentado pode ser controlado, de acordo com a etapa do processo de projeto.

O princípio do BIM é auxiliar no processo de criação e gerenciamento da informação da construção de forma integrada, reutilizável e automatizada. Isso ocorre através da criação de um modelo tridimensional único através de uma base de dados parametrizados sobre o projeto. Desta forma, contempla e controla todas as informações como produtos, processos, informações geométricas, custo, tempo e quaisquer outras que sejam consideradas pertinentes no ato de sua criação ou acrescentadas após em um só local. Além disso, permitem que essas informações adicionadas se relacionem de forma organizada. Isso possibilita compatibilizar automaticamente todos os projetos interdisciplinares e suas interfaces. A partir dessa modelagem, aumenta-se a performance ao longo da produção do edifício, possibilitando a redução de seus custos. Além disso, é possível também o rastreamento de componentes, quantitativos de materiais, de modo a melhorar a organização e acessibilidade de informações, reduzindo incertezas.

Vale ressaltar também que o BIM não consiste em um software, mas em uma atividade humana que envolve grandes modificações do processo de projeto e construção. Portanto, torna-se viável devido a disponibilidade e funcionamento de softwares disponíveis e integrados conforme esses princípios, como é o caso do Revit, que será melhor descrito.

### **2.3. BIM NA ARQUITETURA**

Como anteriormente descrito, no final do século XX vivencia-se uma nova mudança de paradigmas em relação à indústria da construção civil com o uso da computação para as atividades de projeto. Essa nova mudança é encontrada por meio dos softwares CAD com a metodologia BIM, que tem como princípio básico construir um modelo tridimensional único através de uma base de dados parametrizados sobre o projeto. Com isso, é possível controlar todas as informações específicas do projeto como dimensões, materiais, tempo, custos, etc. Isso permite compatibilizar automaticamente todos os projetos interdisciplinares e suas interfaces, possibilitando, inclusive, realizar simulações de realidade-virtual com até dimensões de tempo de modo a organizar as informações e otimizar os custos, cronogramas e execução da obra de edificação.

Vale ressaltar também que os objetos modelados através de um sistema BIM são parametrizados, representando tanto sua geometria, como também suas propriedades. Além disso, à medida que o projeto é alterado, instantaneamente ele é ajustado à medida que seus parâmetros são modificados. Em um modelo paramétrico os objetos são definidos através da utilização de parâmetros como distâncias, ângulos e regras como “anexado a”, “distante de”. Estas relações permitem que cada parâmetro influencie diretamente e automaticamente no outro.

Uma das principais características do BIM consiste em abordar todo o ciclo de vida da edificação (FIG. 1), podendo abrigar o desenvolvimento de atividades relativas ao planejamento, projeto e construção através da inserção de mais dimensões além do 3D das representações gráficas e estudos volumétricos, como pode ser visto na FIG. 2. A possibilidade de inserção da ferramenta 4D (tempo) permite visualizar o processo de construção, verificando como estará o andamento da obra em cada etapa, sendo possível planejar as interferências de equipamentos e a melhor configuração do canteiro de obras (Eastman et al., 2011). Junto às dimensões e tempo, podemos também inserir a ferramenta

5D (orçamento) que possibilita produzir quantitativos de orçamento vinculados diretamente à plataformas também como o orçamento da construção vai variando conforme na obra, garantindo a precisão dos quantitativos, pois qualquer alteração no modelo poderá ser atualizada automaticamente no orçamento, evitando desperdícios de material. Temos também uma dimensão 6D (sustentabilidade) em que são feitas as análises de eficiência energética, do consumo de energia e de carbono, contribuindo para a sustentabilidade das edificações existentes. Por sua vez, o BIM 7D incorpora as informações todos os aspectos de gestão de informações de ciclo de vida. Nessa fase do ciclo de vida da edificação, onde ocorre a gestão da manutenção, pode-se acessar e controlar a garantia dos equipamentos, planos de manutenção, informações referentes a fabricantes e fornecedores, dentre outros (Blog Render, 2016).



FIG. 1 - Ciclo de Vida BIM

Fonte: GM Projetos e Plotagens, 2019



FIG. 2 - BIM e suas dimensões

Fonte: Leite, 2019

Essas informações e dimensões de análise possibilitam a criação de diversas simulações e assim auxiliar na tomada de decisão do projetista na adoção de determinadas opções como a utilização de menos recursos naturais ou mesmo evitando a divergência entre os modelos gráficos e os documentos dos diversos projetos da construção, evitando o um possível retrabalho de compatibilização dos mesmos, evitando com certeza um grande transtorno e desperdício de tempo. Além disso, um software BIM multiplica as possibilidades de criação e soluções projetuais, bem como as formas de visualização por meio dos modelos em 3D com a forma de “maquetes digitais”. Isso possibilita um maior contato com a área de vendas, produção e marketing do próprio projeto, inclusive.

Uma comparação entre os sistemas CAD não BIM e os BIM podem ser vistos na TAB. 1 a seguir:

TAB. 1 - Comparação entre sistemas CAD não BIM e sistemas BIM

	SISTEMA CAD BIDIMENSIONAL	SISTEMA CAD TRIDIMENSIONAL	SISTEMAS BIM
<b>Representação</b>	Geometria	Geometria	Geometria, dados e parâmetros
<b>Representação</b>	Bidimensional	Bidimensional/tridimensional Possuem ferramentas para criação de modelos tridimensionais com formas simples e complexas	Bidimensional/tridimensional Possuem ferramentas para criação de modelos tridimensionais com formas simples e complexas*
<b>Parametrização (relação entre os objetos)</b>	Não existem parâmetros de inter-relação entre os objetos	Não existem parâmetros de inter-relação entre os objetos	Existem parâmetros de inter-relação entre os objetos
<b>Parametrização (representação ortográfica)</b>	Todas as representações ortográficas devem ser desenhadas	Todas as representações ortográficas devem ser desenhadas	Os sistemas geram todo o conjunto de representações ortográficas a partir do modelo principal
<b>Parametrização (atualização desenhos)</b>	Qualquer alteração em uma representação ortográfica deve ser manualmente atualizada nas outras representações ortográficas	Qualquer alteração em uma representação ortográfica exige a re-extração de projeções ortográficas e sua complementação manual	Qualquer alteração em um objeto é automaticamente atualizada em todas as plantas
<b>Propriedade dos materiais</b>	Não possui atributos especificando as propriedades dos materiais	Não possui atributos especificando as propriedades dos materiais	Possuem banco de dados com atributos especificando as propriedades dos materiais
<b>Colaboração entre as equipes de projeto</b>	Não permite a colaboração simultânea no mesmo arquivo	Não permite a colaboração simultânea no mesmo arquivo	Permite colaboração entre as equipes do projeto
<b>Interoperabilidade com sistemas de análise ambiental</b>	Interoperabilidade limitada a exportação da geometria - os desenhos podem ser exportados somente como .dwg ou .dxf	Interoperabilidade limitada a exportação da geometria - os desenhos podem ser exportados somente como .dwg ou .dxf	Interoperabilidade – o modelo pode ser exportado em vários formatos
<b>Sustentabilidade</b>	Não possui estratégias sustentáveis	Possuem estratégias sustentáveis limitadas	Possuem estratégias sustentáveis - permitem exportação para <i>software</i> de simulação ambiental e a possibilidade de analisar as atribuições e o comportamento dos materiais
<b>Estimativa de custos</b>	Não possui ferramentas para estimativa de custos	Possui ferramentas limitadas para estimativas de custos	Possuem ferramentas para estimativa de custos
<b>Planejamento da construção</b>	Não permite planejamento da construção	Permite, de forma limitada, o planejamento da construção	Possuem ferramentas para planejamento da construção
<b>Ocupação pós-construção</b>	Não possibilita gerenciamento após a construção	Possibilita gerenciamento limitado após a construção	Possibilita gerenciar a pós-ocupação da construção

Fonte: MARTINS, 2011, p. 42

No entanto, segundo Martins, 2011, é importante destacar que a maioria dos arquitetos ainda utilizam métodos tradicionais para iniciarem uma ideia, conceberem e forma principal, apesar de terem acesso a ferramentas computacionais que podem facilitar seu processo desde os mais simples sistemas em CAD a metodologia BIM e seus softwares.

No sentido de conhecer e aplicar algum dos sistemas BIM, os profissionais da arquitetura precisam voltar a ter conhecimentos de construção, deixados de lado com o fim da profissão de mestre construtor. Para o adequado uso da metodologia, é necessário

que os arquitetos se adaptem aos métodos escolhidos como acontece com qualquer mudança de software que vier a usar. Nesse contexto, utilizando-se o BIM é possível substituir a concepção do projeto em etapas porque trabalha com um modelo único, o projetista passa a trabalhar com o pensamento sempre no todo do projeto, mesmo que “metaforicamente” esteja vendo cortes e escalas variadas. Isso fica entendível porque uma alteração em um corte modifica simultaneamente todas as vistas do projeto, por exemplo.

## **2.4. REVIT**

Revit é um software BIM para arquitetura, urbanismo, engenharia e design que permite aos usuários projetar edifícios, estruturas e seus componentes em 3D e anotações no modelo com desenhos 2D. É possível acessar elementos e informações de construção a partir do banco de dados do modelo. O Revit possui ferramentas para planejar os vários estágios no ciclo de vida do edifício, desde o conceito até a construção e, posteriormente, manutenção e/ou demolição.

A tecnologia BIM que o Revit possui, vem com intenção de facilitar imensamente o desenvolvimento de projetos, pois permite que um único modelo tridimensional contenha todas as informações necessárias para se tirar qualquer desenho que se deseje do projeto (VivaDecora, 2017).

Através do desenho de uma simples parede em planta por exemplo, já são adicionadas todas as especificações técnicas possíveis como a altura, o material que é utilizado para sua construção, se possui algum tipo de revestimento ou pintura, se possui isolamento térmico ou acústico e até mesmo se é a prova de fogo ou não e diversas outras que você desejar.

## **2.5. PROJETO DE ESTRUTURA DE EDIFICAÇÃO**

De acordo com o DER/SP (2005), projeto de estrutura de edificação deve ser elaborado em três etapas descritas a seguir.

### **2.5.1. ESTUDO PRELIMINAR**

Na etapa de estudo preliminar devem ser efetuadas coletas de dados básicos existentes visando a elaboração do estudo, a partir de elementos, tais como: levantamento planialtimétrico, sondagens em áreas próximas, projeto preliminar de arquitetura etc. A

partir destes elementos, deve-se propor solução estrutural, para levantamento de custos. Os quantitativos devem ser obtidos por metro quadrado de construção.

### **2.5.2. PROJETO BÁSICO**

Nesta etapa do projeto deve ser analisado o sistema estrutural definido no estudo preliminar, bem como proposta alternativa baseada em novos dados disponíveis, tais como: levantamento planialtimétrico, sondagens, projeto básico de arquitetura e projeto básico de instalações. Assim, deve ser projetada estrutura esteticamente compatível com o projeto de arquitetura. O projeto básico de estrutura de edificação deve ser constituído pela escolha da solução que melhor atenda aos critérios técnicos e econômicos, e aos requisitos do usuário. Deve ser realizado o pré-dimensionamento da alternativa proposta, definindo as seções e elementos de relevância da estrutura, contendo também as verificações de resistência e o quantitativo de materiais da obra e conseqüentemente seu orçamento. Nesta etapa a quantificação deve ser realizada através da elaboração dos desenhos de forma de concreto ou de alvenaria estrutural ou dos desenhos básicos unifilares de aço ou madeira.

### **2.5.3. PROJETO EXECUTIVO**

Nesta etapa as atividades envolvidas incluem o detalhamento da solução apresentada no projeto básico considerando os novos dados disponíveis de topografia, de geotecnia, projetos de arquitetura e instalações. O projeto executivo é constituído pelos desenhos contendo a implantação da obra, desenhos de formas, plantas e cortes, armações das peças estruturais de concreto ou alvenaria estrutural ou os desenhos executivos unifilares de aço ou madeira. Também deve ser apresentado o memorial de cálculo justificativo das fundações e estruturas, cronograma para implantação da obra, planilhas de quantitativos e orçamento para execução da obra.

## **2.6. GERENCIAMENTO DE PROJETOS**

O conceito de “projeto” pode ser definido como: um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma seqüência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, destinados a atingir um objetivo claro e definido, e que serão conduzidos por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade (Vargas, 2005).

Segundo Valeriano (2005), o projeto tem uma missão, um ambiente, um objetivo, uma estrutura, regras de funcionamento e recursos. Também pode ser definido como uma organização transitória, que tem por objetivo um produto singular. Projeto é uma habilidade intelectual humana que opera por meio da criatividade, das técnicas e dos conhecimentos na busca de soluções para problemas e desafios (Fabricio, 2002).

No processo de gerenciamento de projeto é importante que todos os colaboradores tenham acesso às informações a respeito de solicitação de alteração, aprovação, status do projeto, etapas de trabalho, processo de elaboração de projetos indicando o fluxo das atividades e responsáveis, cronogramas, escopo, prazos, custos, qualidade, recursos humanos, metas e riscos (Quintão, 2003). No caso do presente trabalho, o nosso gerenciamento foi feito através do aplicativo baseado na web Trello.

### **2.6.1. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO – EAP**

A estrutura analítica do projeto é uma composição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe do projeto, para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas necessárias. Ela possui a finalidade de organizar e alinhar as atividades com o objetivo do escopo total do projeto. O trabalho é subdividido em partes menores e mais fáceis de serem gerenciadas: em cada nível descendente da EAP, representando uma definição mais detalhada do trabalho do projeto (PMBOK, 2008). Em seu estudo Kerzner (2002) afirma que uma das mais importantes atividades no gerenciamento de projetos é o desenvolvimento de uma estrutura analítica de projeto. Esta atividade é estruturada de acordo com o trabalho que será executado e interfere na maneira que os custos do projeto e os dados serão tratados e reportados. Para cada atividade é atribuído um código identificador exclusivo para localizar a atividade dentro do escopo do projeto.

A EAP não mostra a ordem dos pacotes de trabalho ou quaisquer dependências entre eles. Ela tem como objetivo principal mostrar o trabalho envolvido em criar o produto. Além da criação da EAP, é necessária a elaboração do dicionário da EAP, que lista para cada atividade a declaração do trabalho, o responsável pela atividade e uma lista de marcos do cronograma. Outras informações adicionais podem também ser incluídas, tais como: informações de contrato, requisitos de qualidade, referências técnicas para facilitar o desempenho do trabalho, recursos necessários e estimativa de custos. Esse dicionário tem a função de informar o escopo de cada atividade da estrutura analítica de projeto.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. FUNDAÇÃO**

A NBR 8036 recomenda que sejam feitas, no mínimo, 1 sondagem para cada 200m<sup>2</sup> de projeção em planta da edificação. Além disso recomenda que haja, no mínimo, 2 sondagens para edificações de até 200 m<sup>2</sup> de área de projeção em planta e 3 sondagens para edificações com área de projeção em planta entre 200 m<sup>2</sup> e 400 m<sup>2</sup>.

Na fase de prospecção inicial do subsolo da edificação foram realizadas 6 sondagens sendo, 4 sondagens a percussão com medida de SPT e 2 sondagens rotativas. O edifício possui uma área de projeção em planta de aproximadamente 1200 m<sup>2</sup>, com isso, o número de sondagens atenderia a ao mínimo recomendado em norma, que seriam 6 sondagens, entretanto, ao avaliar esse grupo de sondagens conclui-se que elas não são suficientes para caracterizar o terreno. Há muita diferença entre elas sobre a posição do impenetrável e, tratando-se de uma transição entre uma rocha aflorada e um aterro, as sondagens feitas não caracterizam com precisão a transição entre rocha e solo o que é fundamental para a definição das sondagens.

##### **3.1.1. INCONSISTÊNCIA ENTRE AS SONDAgens**

Na sondagem SP-1 (FIG. 3) o impenetrável está a 1,0m de profundidade. Na sondagem SP-2 o impenetrável está a 8m de profundidade. Na sondagem SR-1 a rocha alterada está a 3,3m de profundidade. Na sondagem SR-2 não se determinou a profundidade da rocha mas garante-se que ela está a profundidade maior que 10m. A sondagem a percussão SP-4 foi realizada na mesma posição da sondagem SR-2 e mostra o impenetrável a 13m. Pela tendência das sondagens citadas e a posição a sondagem SP-3 em relação as outras sondagens e ao morro da babilônia era de se esperar que o impenetrável estivesse a uma profundidade maior que 10m, entretanto, o impenetrável está a 1,6m de profundidade. Como não há sondagem rotativa no mesmo local não se pode garantir se é um matacão ou um afloramento rochoso como aquele identificado na sondagem SR-2, que apresenta um matacão de 1,4m de espessura. Observou-se por fim que com as informações contidas no resultado das sondagens não é possível determinar com precisão a posição de cada sondagem no terreno.

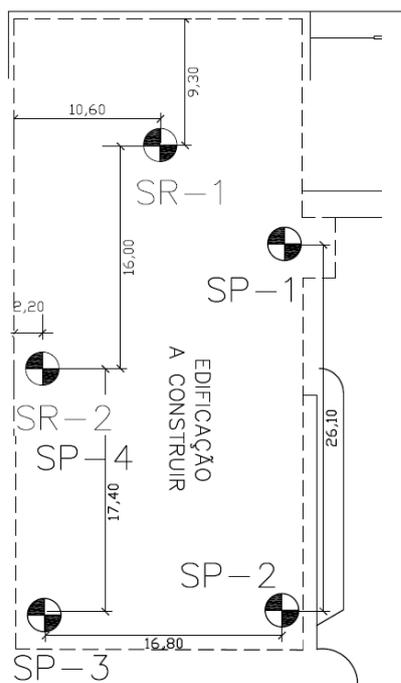


FIG. 3 – Posição relativa das sondagens.

### 3.1.2. NÚMERO E DISTRIBUIÇÃO DAS SONDAgens

O edifício será construído numa área de transição entre rocha e solo. Isso traz uma complexidade ao projeto de fundações, pois parte do terreno apresenta rocha sã seja aflorada ou a pequena profundidade e parte apresenta aterro com mais de 10 m de profundidade. Essa heterogeneidade do terreno demanda uma prospecção detalhada do terreno para evidenciar os pontos da fundação onde podem ser usadas fundações diretas, os pontos, onde a rocha está a uma grande profundidade e será necessário o uso de fundação profunda e por fim caracterizar o aterro para que possa ser feita uma previsão de recalques da parte da fundação que não estará sobre rocha para que isso seja levado em conta no projeto estrutural da própria fundação e do edifício como um todo.

Devido à grande heterogeneidade do terreno e a concentração das sondagens em uma parte do terreno recomenda-se que sejam feitas novas sondagens tanto a percussão com medida de SPT quanto rotativas. Serão necessárias sondagens rotativas no morro da babilônia para caracterizar a rocha sobre a qual a edificação será construída e será necessária a realização de sondagens SPT espaçadas no solo. Recomenda-se que as sondagens sejam localizadas nas posições onde estão previstas a maior solicitação do terreno.

Essas sondagens podem ser usadas para caracterizar o subsolo do terreno e pode-se determinar a transição entre aterro e rocha sã no subsolo, possibilitando, assim, ao projetista escolher a melhor solução de fundação para esse terreno. Foi adicionado em anexo uma sugestão de plano de sondagem para melhor caracterizar o terreno.

### 3.1.3. INCOMPATIBILIDADE DA FUNDAÇÃO E ESTRUTURA PROJETADA COM O TERRENO

No projeto arquitetônico do edifício foi adotada uma solução escalonada em relação ao morro, de modo que, com o aumento da cota da edificação, a área é aumentada em direção a morro da babilônia sendo mantida constante a partir do 3º andar como mostrado na FIG. 4.

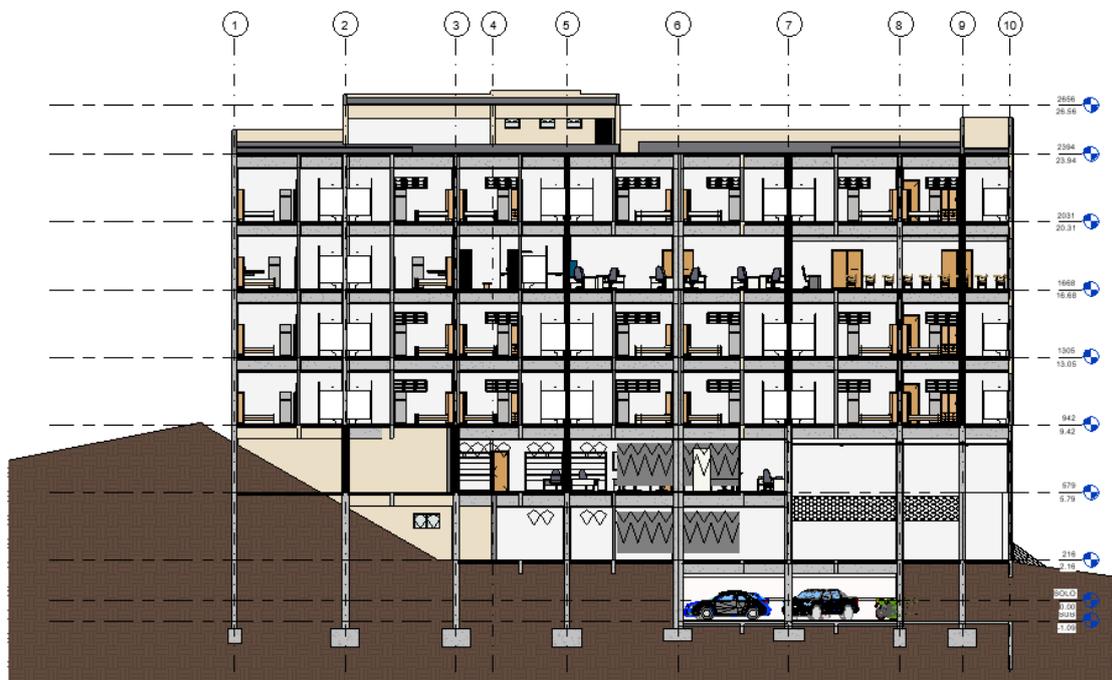


FIG. 4 – Vista em elevação do edifício

No projeto estrutural da fundação, são previstas estacas do tipo raiz com blocos de coroamento. Entretanto, neste projeto não é observado nenhum tipo de escalonamento, como foi feito no projeto arquitetônico, quase todos os blocos de coroamento são posicionados numa mesma cota do terreno, com exceção daqueles posicionado próximos aos elevadores como mostrado nas FIG. 5 a FIG. 8. Ao realizar a compatibilização do projeto com a topografia isso se mostrou uma incompatibilidade importante, pois parte dessa fundação em estacas ficou locada no interior da rocha sã o que não é adequado.

Devido a essa incompatibilidade é necessária uma revisão do projeto de fundações de modo adequá-lo as peculiaridades deste terreno, sendo recomendada uma solução mista entre fundação direta e profunda.

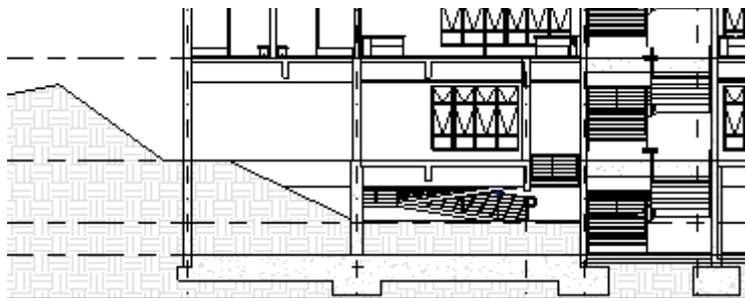


FIG. 5 – Vista em corte do eixo B-B do edifício

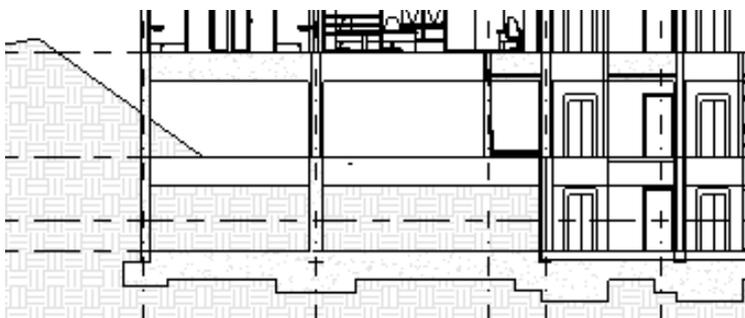


FIG. 6 – Vista em corte do eixo C-C do edifício

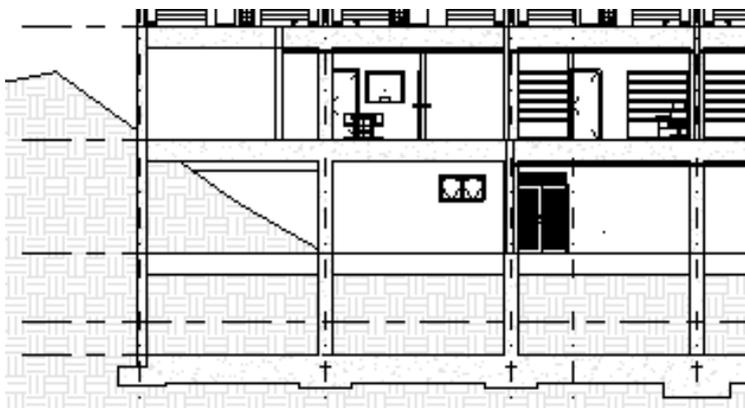


FIG. 7 – Vista em corte do eixo D-D do edifício

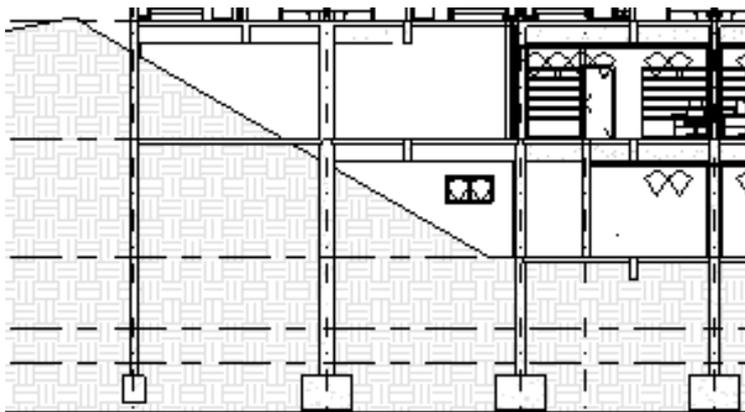


FIG. 8 – Vista em corte do eixo E-E do edifício

### 3.2. DRENAGEM

Ao analisar o terreno onde será construído o prédio e seu entorno, foram observados canais de condução de água da chuva. Esses canais (FIG. 9) tem a função de coletar e conduzir a água da chuva que desce do morro da babilônia. Este canal se estende por todo o perímetro do Círculo Militar da Praia Vermelha (CMPV). A água coletada por estes canais é conduzida para uma escada de dissipação de energia (FIG. 10) e depois é conduzida por um canal, localizado na parte sul da quadra, até a rede de águas pluviais. No projeto não foi observada menção alguma a essas estruturas de drenagem. A compatibilização do projeto com essa rede de drenagem é fundamental devido ao grande volume de água conduzido e a posição da estrutura do prédio em relação a ela, dado que a escada de dissipação de energia fica localizada próximo ao centro do prédio.



FIG. 9 – Canal de condução de água pluvial



FIG. 10 - Escada de dissipação de energia.

### 3.3. ESTRUTURA

No projeto original de arquitetura foram previstas sacadas na frente do prédio, entretanto, ao avaliar o projeto estrutural essas sacadas não foram previstas. Não existe nenhuma menção dessas sacadas na planta de formas, na planta de armadura de lajes ou na vista em corte da edificação (FIG. 11 e FIG. 12).

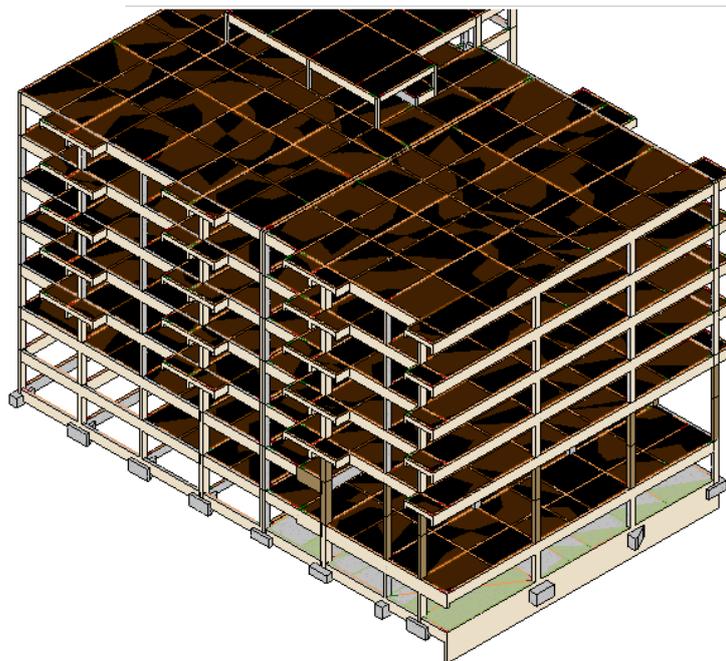


FIG. 11 - Modelo 3D do projeto estrutural. No projeto estrutural não foram previstas as varandas frontais.

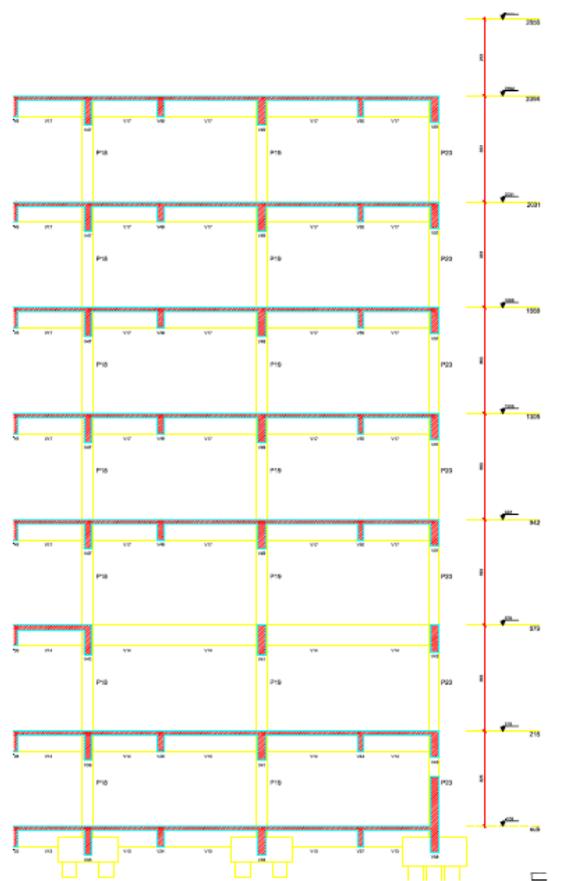


FIG. 12 – Vista em elevação do edifício.

### **3.4. ARQUITETURA**

#### **3.4.1. VARANDAS**

No projeto foram previstas varandas na frente do prédio e nos quartos. A presença dessas varandas pode não ser adequada, pois este prédio anexo, apesar de ser um alojamento, estará localizado entre o IME e o CMPV e será parte de uma Organização Militar diferentemente do Edifício Praia Vermelha (EPV). A proximidade do prédio anexo com o IME e o CMPV pode ainda afetar a privacidade dos alunos, tendo em vista que tanto de dentro das salas do IME como do CMPV pode ser visto dentro dos quartos caso as portas dos quartos estejam abertas. Isso pode gerar um desconforto para os alojados, para os frequentadores e funcionários do CMPV e para os militares do IME.

Sugere-se que sejam removidas do projeto as varandas frontais (FIG. 15 e FIG. 16) e de dentro dos quartos (FIG. 13 e FIG. 14) e na parede que fica no lugar dessa varanda sejam colocadas janelas do tipo Maxin-Air de 2,30 de altura já usadas em outras partes do projeto.

Uma outra vantagem da remoção das varandas frontais é que será reduzida a área de projeção vertical do prédio e a fachada do prédio não destoará tanto da fachada do IME.

A remoção das varandas internas dos quartos aumenta sua área interna e com isso, além do ganho de privacidade, pode ser aumentado o número de alojados no prédio.

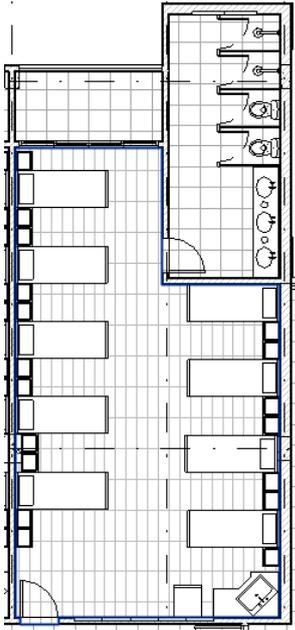


FIG. 13 - Apartamento original no projeto.

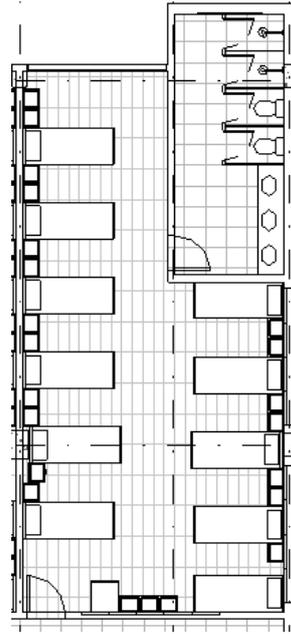


FIG. 14 - Apartamento com as modificações propostas.

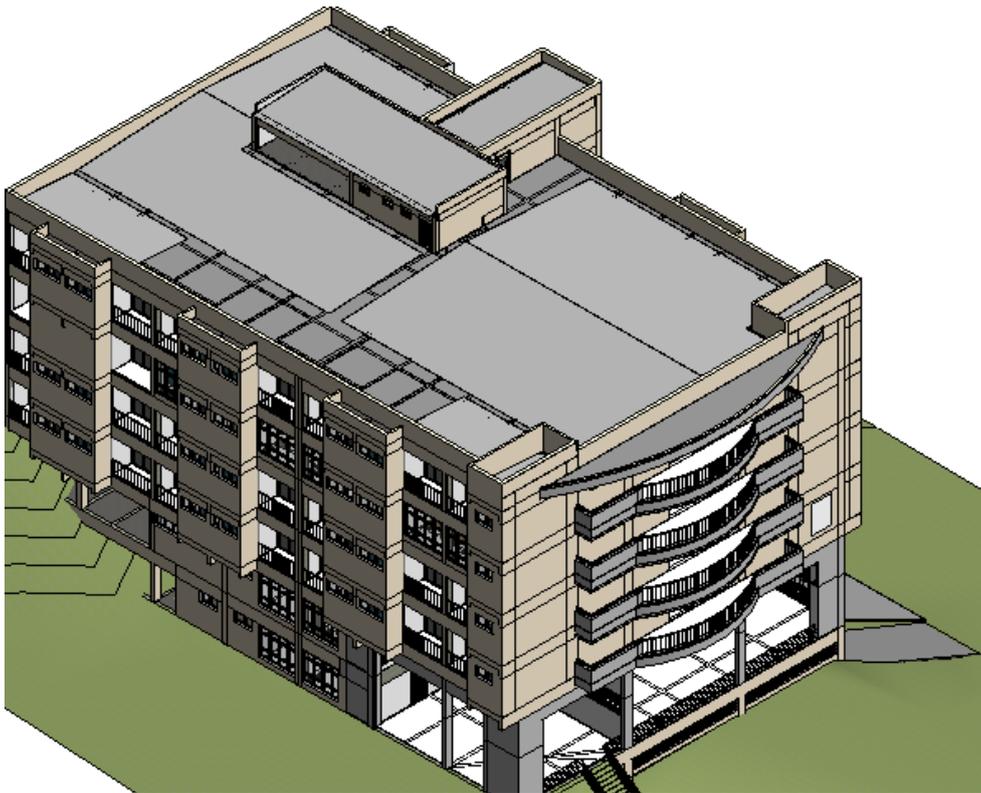


FIG. 15 - Vista da fachada original do prédio

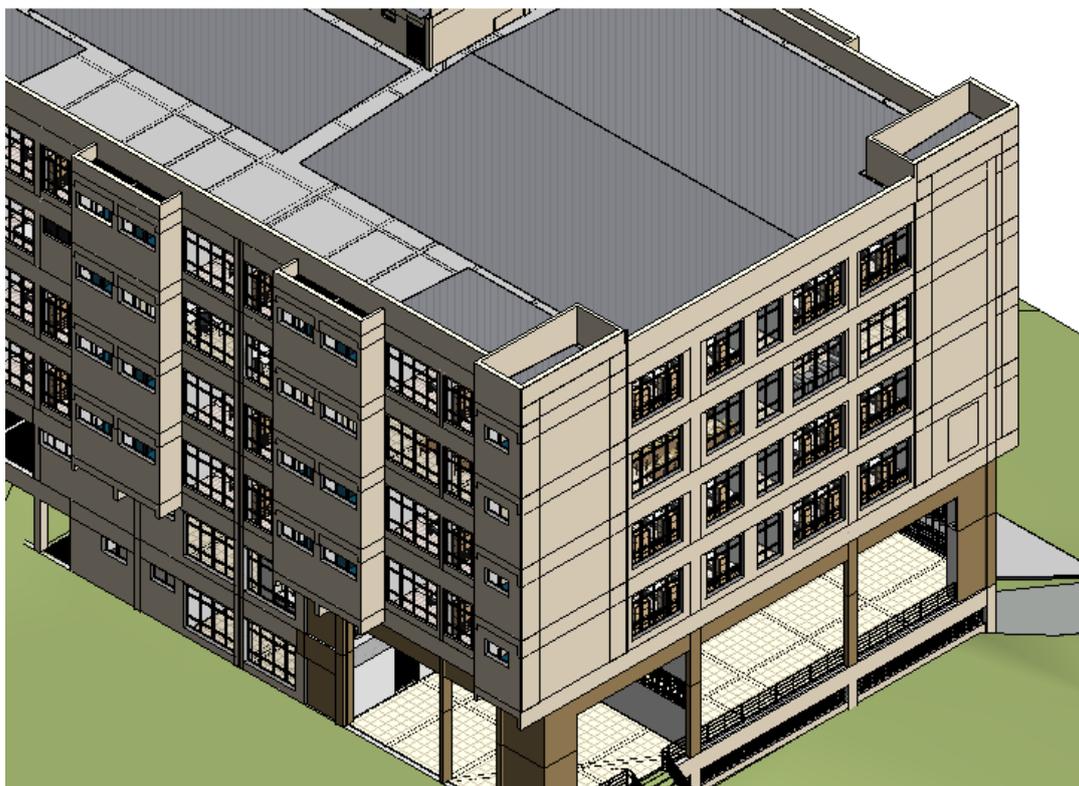


FIG. 16 - Vista da fachada do prédio com as modificações propostas.

### **3.4.2. ADIÇÃO DE COPA E ÁREA DE CONVIVÊNCIA EM CADA ANDAR**

Dentro de cada quarto estava prevista uma pia e geladeira, entretanto optou-se por modificar um dos quartos de cada andar numa copa e área de convivência (FIG. 17 e FIG. 18) e eliminar as pias de dentro dos quartos. A vantagem é o melhor aproveitamento da área interna de cada quarto e a criação de uma área de convivência maior em cada andar evitando assim que todos tenham que se concentrar na área de convivência existente no quinto andar.

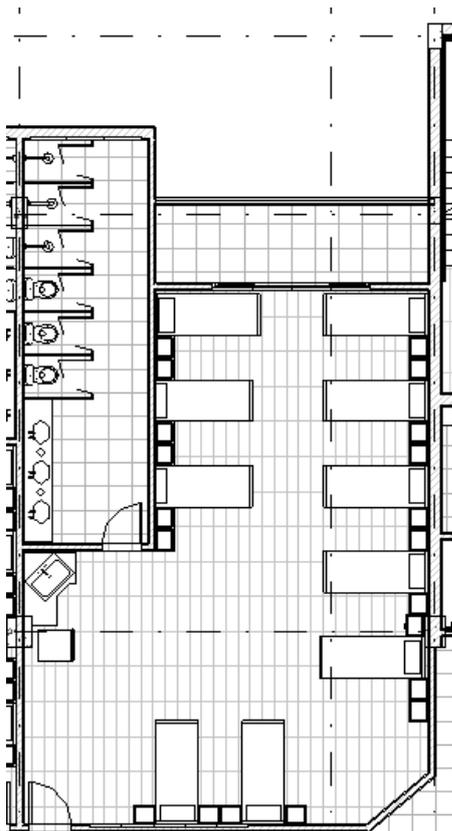


FIG. 17 - Apartamento que foi modificado para copa e área de convivência.

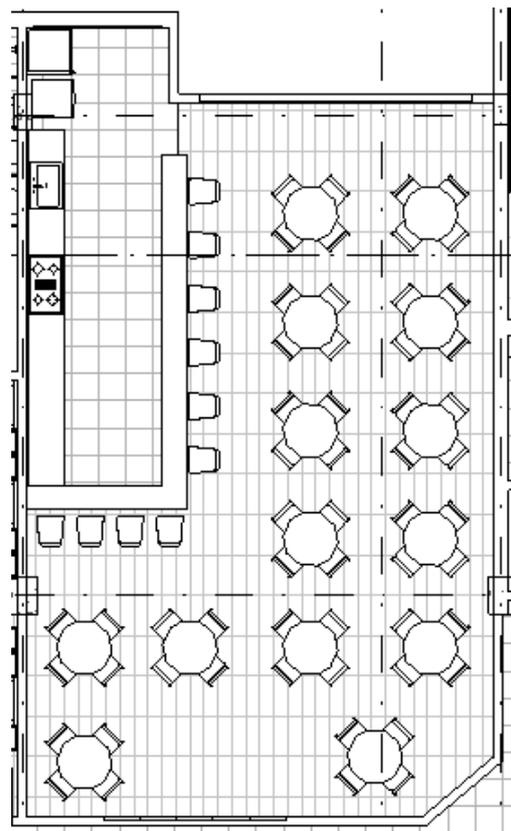


FIG. 18 - Apartamento modificado para copa e área de convivência.

### 3.4.3. ALOJAMENTO DOS NÃO RESIDENTES

Observou-se que a distribuição interna dos alojamentos dos não residentes, localizados no 5 andar, não está adequada (FIG. 19 a FIG. 22). Não há separação entre a área molhada e a área seca e com a proximidade entre os armários e os chuveiros e vasos causará um desconforto excessivo entre os usuários. Foi proposta uma nova distribuição interna destes alojamentos. Foi modificada também a as janelas desta área. No projeto foram colocadas janelas de 2,30 m de altura na área a frente dos chuveiros o que compromete a privacidade dos usuários. Essas janelas foram trocadas por janelas Maxin-Air com parapeito a 1,90m de altura.

Destaca-se ainda que não fica claro quem são esses alunos não residentes. Atualmente o IME possui alunos não residentes do 1 ao 5 ano, tanto Curso de Graduação quanto o Curso de Formação e Graduação, além dos alunos de mestrado, doutorado. Os alunos não residentes do 1 ao 4 ano compartilham alojamento com os residentes enquanto os alunos

do 5 ano, do CG e de mestrado e doutorados compartilham um alojamento. O alojamento nas condições previstas de capacidade seria capaz de atender apenas os alunos do 5 ano do CFG.

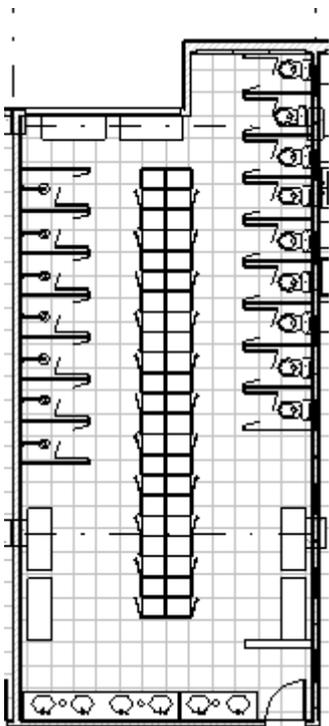


FIG. 19 - Alojamento não residente feminino original.

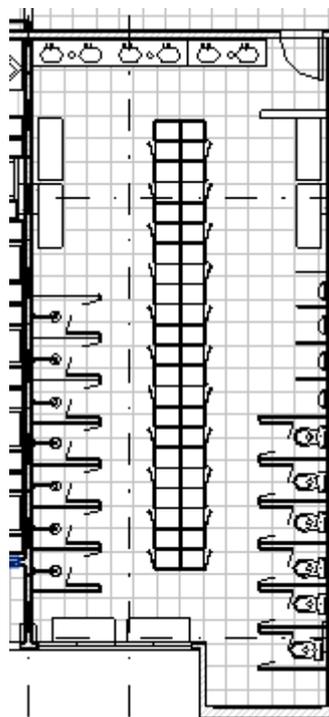


FIG. 21 - Alojamento não residente masculino original.

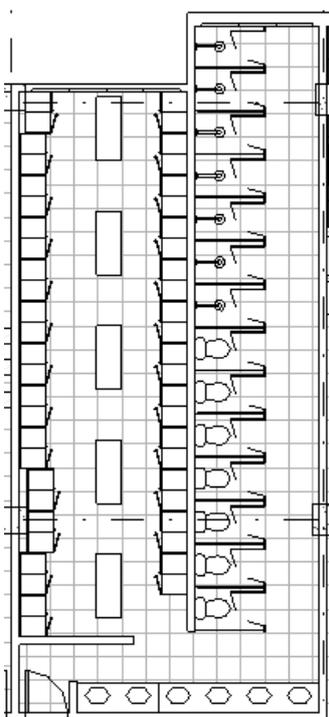


FIG. 20 - Alojamento não residente feminino com as modificações propostas.

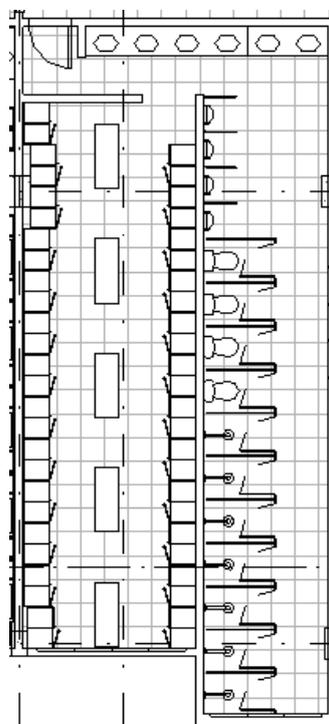


FIG. 22 - Alojamento não residente masculino com as modificações propostas.

### 3.4.4. MODIFICAÇÃO DO 5º PISO

O arquivo morto foi substituído por uma área de lavanderia e de passar (FIG. 23 e FIG. 24) de modo a atender aos alojados no 5 piso.

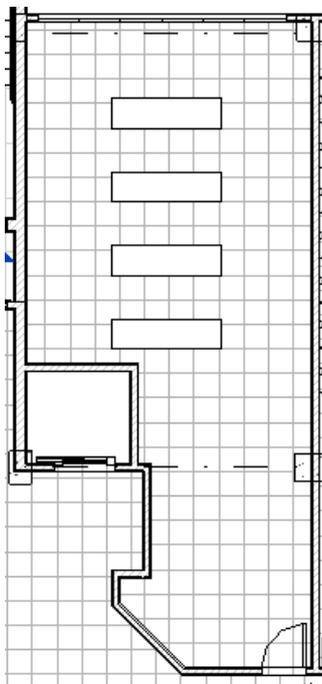


FIG. 23 – Arquivo previsto no projeto original

No projeto foi prevista uma área de instrutores no 5 piso, optou-se que todo o Corpo de Alunos seja concentrado no 2 andar e que esta sala seja modificada para uma sala multipropósito (FIG. 25 e FIG. 26).

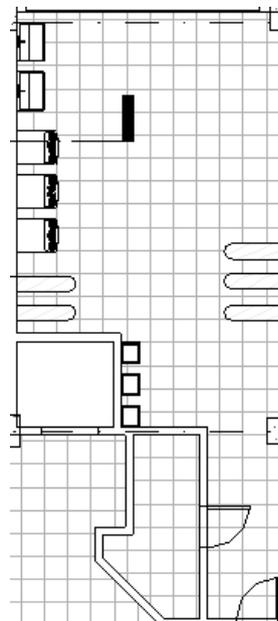


FIG. 24 - Modificação para lavanderia

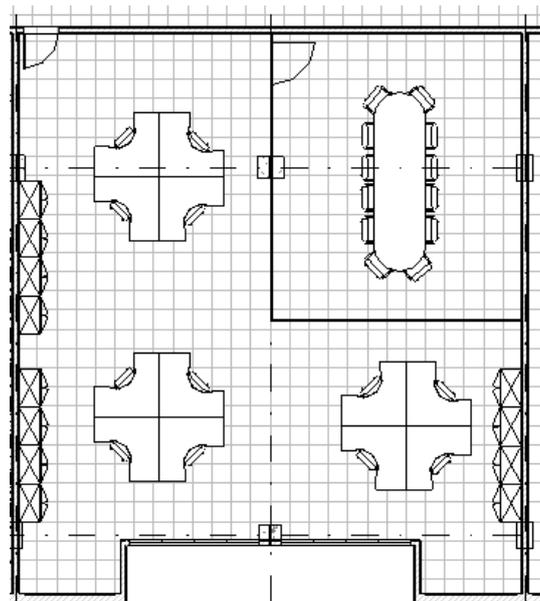


FIG. 25 - Sala de instrutores.

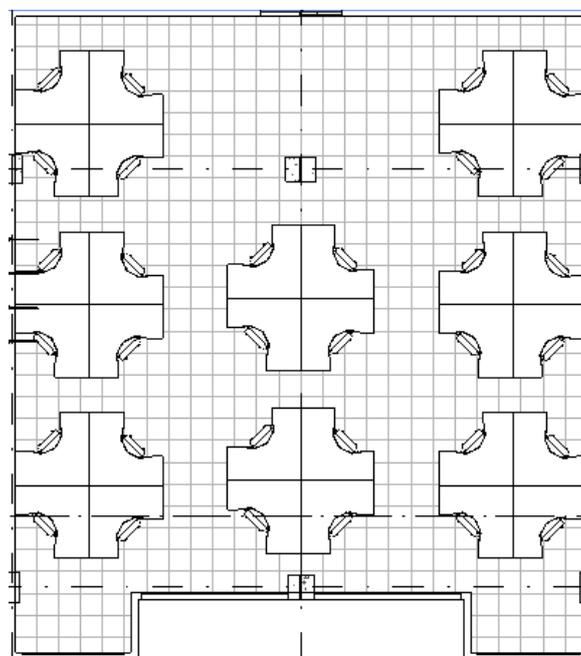


FIG. 26 – Modificação para sala de estudo individual para os alojados.

### 3.5. HIDRÁULICA - ÁGUA FRIA

Uma instalação predial de água fria (temperatura ambiente) constitui-se no conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento. (Júnior, 2008)

As instalações prediais de água fria foram projetadas em Revit de forma compatível com o projeto arquitetônico atualizado, visando o menor desperdício possível. Garantindo o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento das peças de utilização e dos sistemas de tubulações, além de preservar rigorosamente a qualidade da água no sistema de abastecimento.

As tubulações foram lançadas nas plantas do térreo, 2º pavimento, 3º pavimento, equivalente ao 4º e 6º, e no 5º pavimento.

### DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

Partiu-se das 4 colunas de distribuição e 1 de recalque, que são direcionados na vertical para, então, se dividir em ramais em cada pavimento. Ao selecionar seus diâmetros, encontra-se a primeira incompatibilidade no projeto de água fria do AutoCAD: o diâmetro definido na coluna AF-1 nos pavimentos 3,4 e 6 foi de 50 mm, como mostra a figura, enquanto que no 5º pavimento, seu diâmetro é de 60 mm (FIG. 27 e FIG. 28), intercalado por diâmetros de 50 mm em cima e embaixo (FIG. 29). Para corrigir, padronizamos AF-1 nos pavimentos 6 e 5 com 60 mm e nos pavimentos 3 e 4 com 50 mm.

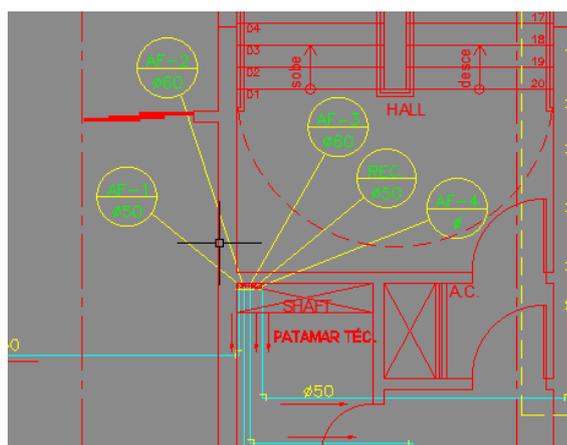


FIG. 27 - Diâmetro das colunas de distribuição

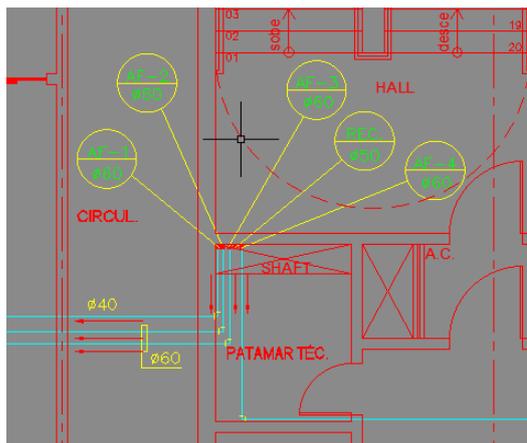


FIG. 28 - Diâmetro das colunas de distribuição

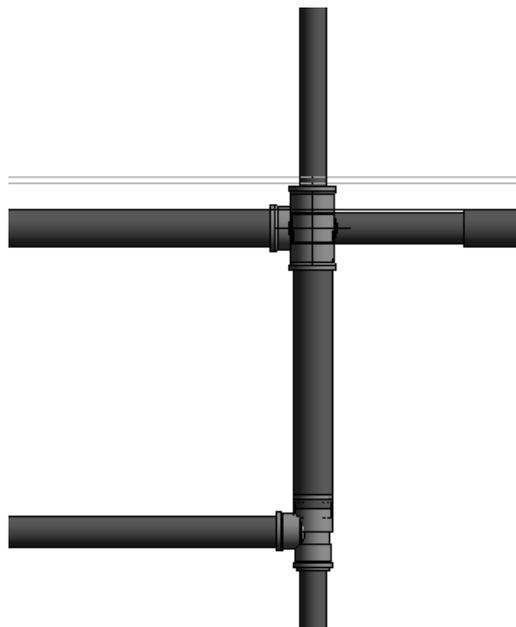


FIG. 29 - Esquema dos diâmetros previstos na coluna de distribuição

## ESPESSURA DA PAREDE

Outra inviabilidade encontrada no projeto diz respeito à espessura da parede entre dois banheiros, de 15 cm, que não suporta dois ramais de tubulação com os diâmetros desejados, como podemos ver na FIG. 30. Como solução poder-se-ia aumentar tal espessura para 20 cm ou 25 cm, ou espelhar os banheiros para que cada parede só possua um ramal.

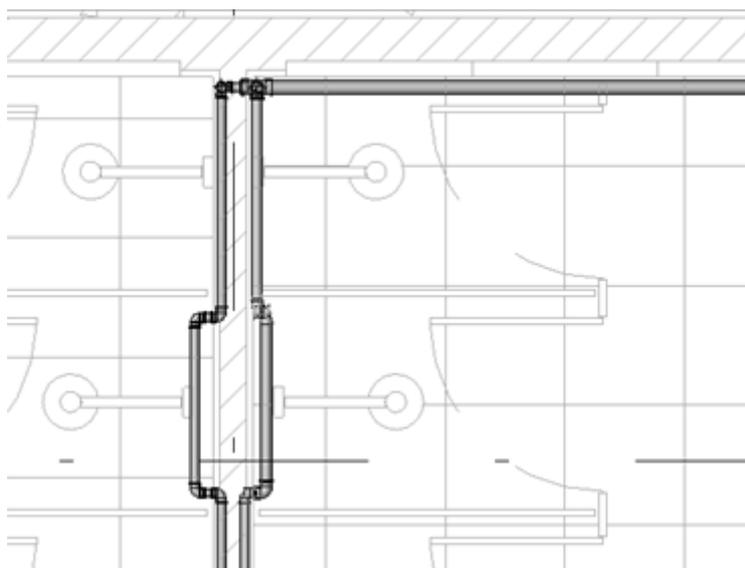


FIG. 30 - Espessura da parede inconsistente

## ELEVAÇÕES DO PROJETO

A terceira falha também está no arquivo em AutoCAD do projeto de água fria, que não apresenta as elevações da edificação, não esclarecendo assim, as alturas das tubulações e características verticais. Dessa forma, foi alinhado que, pelo teto, a tubulação passa à 3,60 m, logo abaixo da laje que está à 3,65 m. Já nas paredes de peças hidráulicas, as tubulações passam à 0,40 m, conforme orientado por Macintyre (1990) (FIG. 31). Além disso, o diâmetro dos tubos verticais será o menor entre as duas conexões.

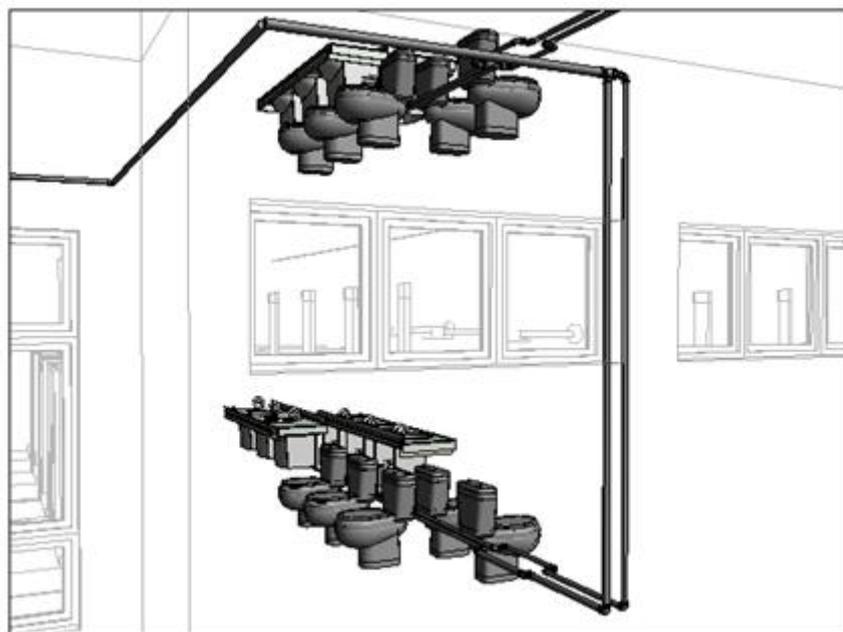


FIG. 31 - Vista vertical das tubulações

## TUBULAÇÃO PASSANDO PELAS VIGAS

A configuração da tubulação apresentada acima, entretanto, não se adapta muito bem ao projeto estrutural, visto que estão previstas vigas no caminho de alguns tubos, como pode ser visto na FIG. 32. Uma possível solução seria a realocação das colunas de queda, de modo a rebaixar o forro apenas nos banheiros para escondê-las. Mas o projeto seguiu o planejamento existente e, a princípio, efetuaremos desvios ao passar pelas vigas.

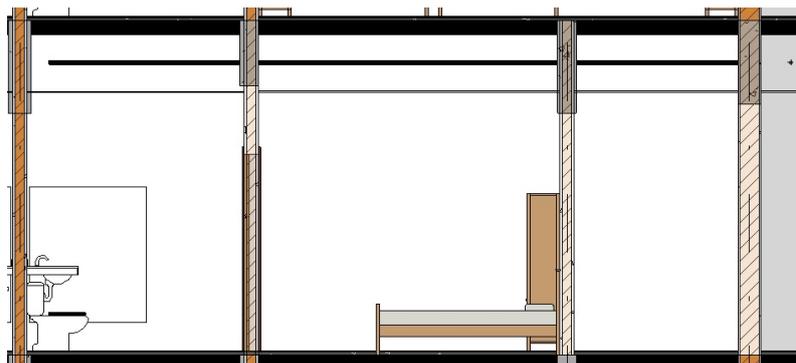


FIG. 32 - Vista da tubulação atravessando as vigas

### CHUVEIRO NO PILAR

No meio da parede hidráulica do banheiro, está previsto um pilar, interrompendo a passagem da tubulação (FIG. 33). Aqui também caberia a solução de 3.5.2. de espelhar os banheiros para as paredes opostas.

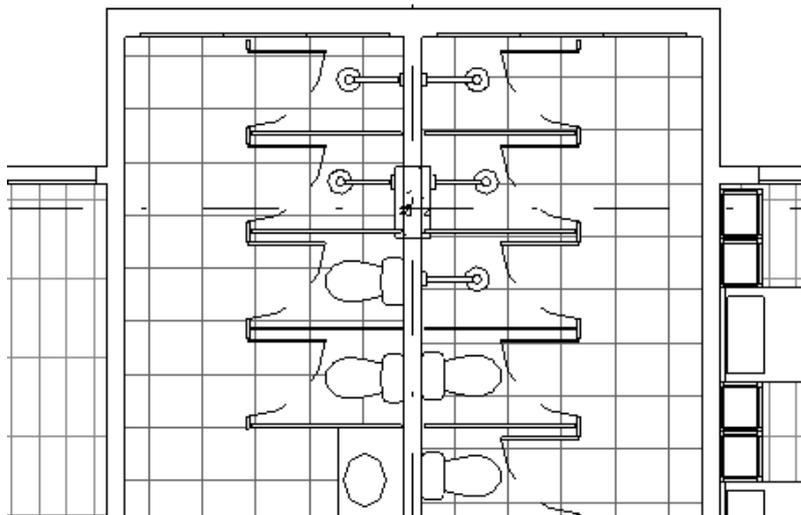


FIG. 33 - Chuveiro lançado no pilar

### 3.6. HIDRÁULICA - ESGOTO

Regidas pela NBR 8160, as instalações de esgotos sanitários têm a finalidade de coletar e afastar da edificação todos os despejos provenientes do uso da água para fins higiênicos, encaminhando-os para um destino adequado.

Da mesma forma, as instalações prediais de esgoto foram projetadas em Revit de forma compatível com o projeto arquitetônico, visando adequar o projeto à metodologia BIM, bem como sinalizar possíveis inconsistências encontradas.

As tubulações foram lançadas nas plantas o mais próximo possível do projeto recebido. Entretanto, algumas incompatibilidades precisaram ser contornadas para conveniência do trabalho.

### **TUBULAÇÃO PASSANDO PELAS VIGAS**

A configuração da tubulação apresentada também não se adapta ao projeto estrutural, visto que estão previstas vigas no caminho de alguns tubos, como pode ser visto na FIG. 34. Uma possível solução seria a mesma do projeto de água fria: realocar os tubos de queda, de modo a rebaixar o forro apenas nos banheiros para escondê-los. Mas o projeto seguiu o planejamento existente e, a princípio, efetuaremos desvios ao passar pelas vigas.

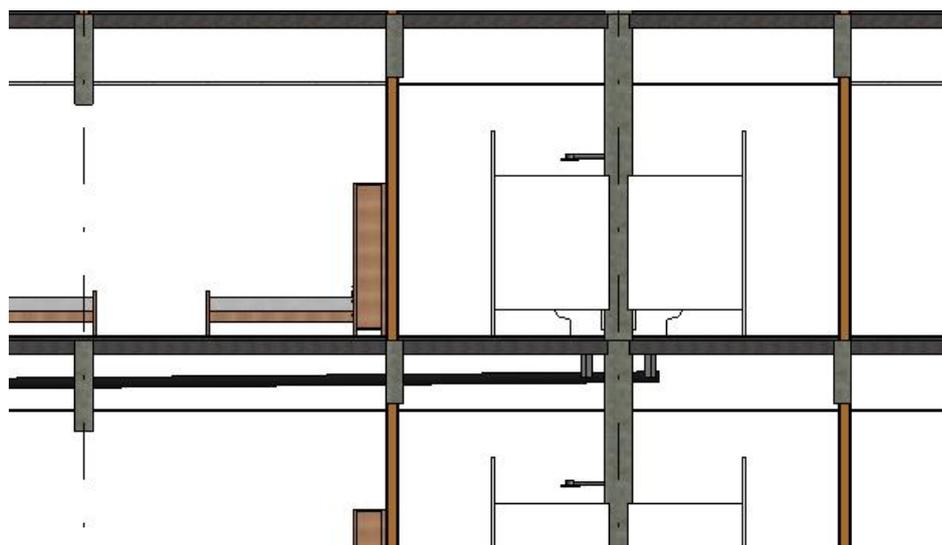


FIG. 34 - Vista da tubulação atravessando as vigas

### **REDE ALINHADA A 22°30' e 14°40'**

Parte da tubulação de esgoto primário foi projetada com um desvio de 22°30' e a outra parte a 14°40', enquanto que as de esgoto secundário, segundo os eixos convencionais, como mostra a FIG. 35, o que inviabiliza algumas conexões e precisou ser reprojetoado.

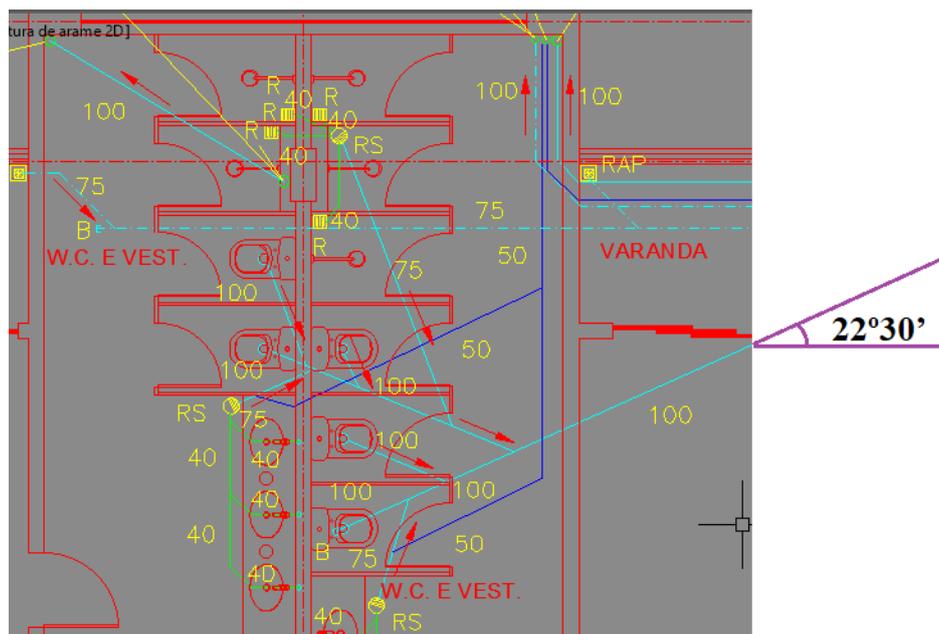


FIG. 35 - Inclinações previstas para o projeto

Da forma prevista, não seria possível conectar os tubos da pia e os tubos dos ralos, que permaneceram na vertical/horizontal, na caixa sifonada. Isto porque a caixa sifonada apenas apresenta entrada de alimentação a cada 45 graus, como na FIG. 36. Então, esses tubos foram reprojatados de modo a atender às conexões, já que estavam em quantidade menor que os demais (FIG. 37).

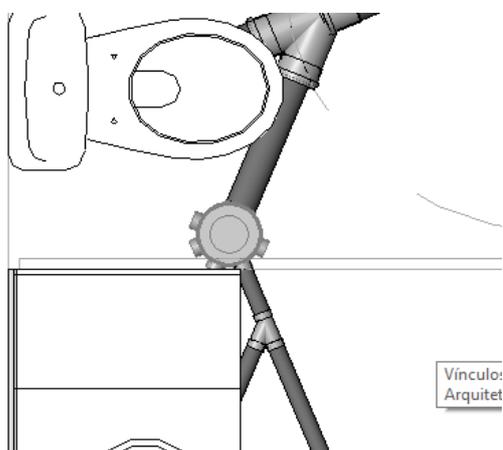


FIG. 36 - Inclinações caixa sifonada

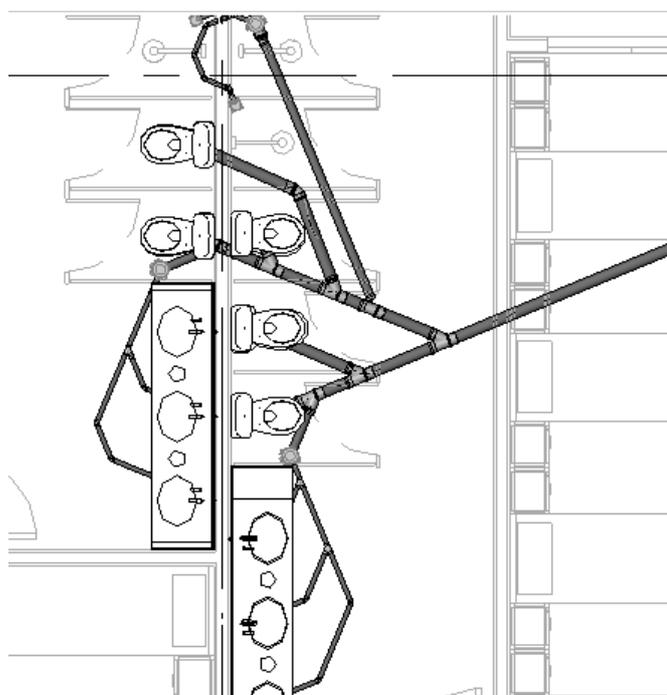


FIG. 37 - Inclinações reelaboradas para o projeto

A solução utilizada foi a que mais se aproximou do projeto recebido, mas não se trata da que mais nos satisfaz. Gostaríamos de redesenhar a rede segundo ângulos de 45 graus, que associado ao aumento do número de tubos de queda (apresentado no próximo tópico), deixaria o projeto mais limpo.

## **REDE SOBRECARRREGADA**

Os tubos de queda estão sendo alimentados a cada grupo de 2 banheiros com de 4 a 5 vasos sanitários, 6 pias, 5 ralos, e estão localizados a até 2 cômodos de distância. Dessa forma, a rede de esgoto se sobrecarrega podendo trazer inconvenientes problemas futuros. A solução seria aumentar o quantitativo dos tubos de queda, para dividir a demanda de esgoto dos grupos de banheiros e melhorar a estrutura da rede.

### **3.7. ORÇAMENTO**

O orçamento foi elaborado de forma compatível com os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações atualizados, visando o menor desperdício possível. Garantindo que todas as composições e insumos estivessem descritos. No entanto, o orçamento elaborado com base nas plantas em *AutoCAD* foi feito em Abril de 2011. Portanto, ao longo do tempo houve uma variação dos preços por diversos fatores, como aumento dos custos de projeto, mão de obra, dentre outros. Vale destacar também que, com os ajustes das inconsistências levantadas, um ajuste da quantidade de cada composição fez-se necessário.

Dito isso, buscou-se, inicialmente, atualizar os códigos e seus respectivos cursos, tendo como referência a tabela de preços do SINAPI (Sistema Nacional de Índices da Construção Civil), um banco de dados com preços de serviços e insumos utilizados na indústria da construção, mantido pela Caixa Econômica Federal. Através do decreto 7983/2013, que regula como devem ser feitos os orçamentos de referência de obras da União, foi determinado o uso dos preços do SINAPI como base para o cálculo do custo global de referência das obras públicas de engenharia. Portanto, deve-se ter em mente que, nos casos de licitações e contratos celebrados por empresas públicas e sociedades de economia mista, o custo global da obra deve ser calculado utilizando preços iguais ou inferiores àqueles correspondentes à tabela do SINAPI. No caso, adotamos a tabela mais recente até o momento, referente ao mês de Junho de 2019. Além disso, foi utilizada a tabela desonerada, tendo em vista que a contratante é um órgão público.

Para aproveitar os ajustes de adequação e os erros de projeto já encontrados, buscou-se focar, primeiramente, em atualizar os códigos e preços das composições de arquitetura e de estrutura e fundações. Essas atualizações foram feitas com base na Estrutura Analítica de Projeto (FIG 38) elaborada pela equipe do presente trabalho, com base na EAP do próprio orçamento de Abril de 2011.

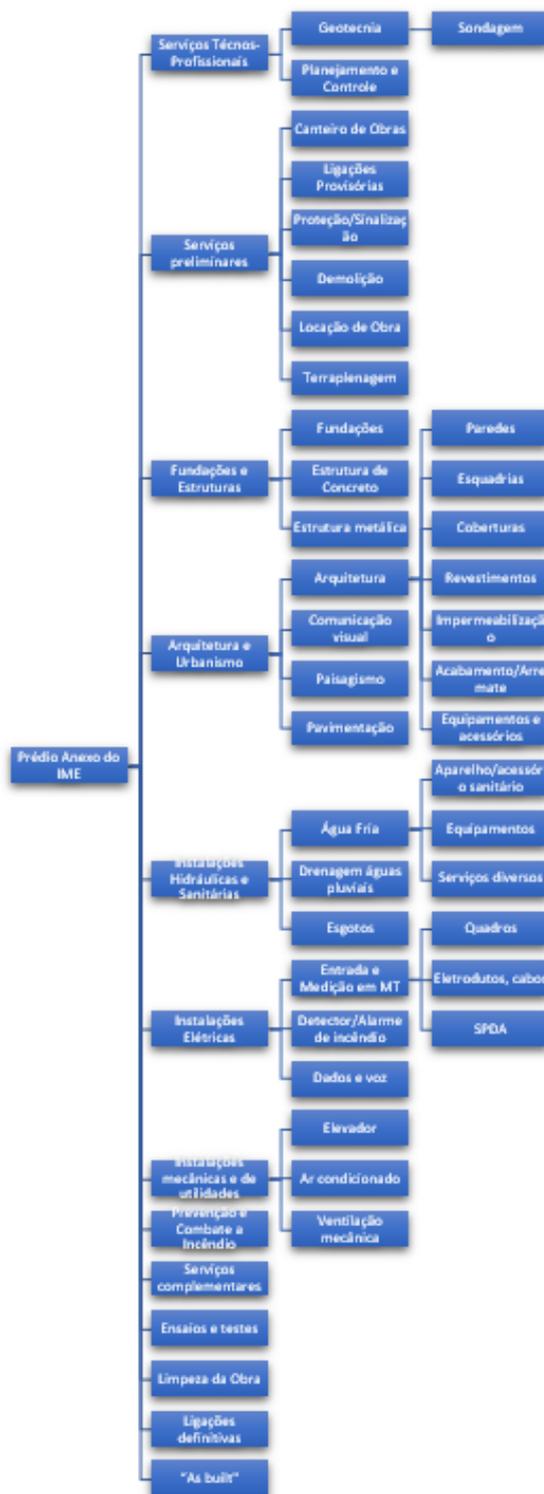


FIG 38 - Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

Após a atualização dos preços, foram a adequações entre as composições e insumos do orçamento e o modelo de arquitetura obtidas com base nas atualizações do Trello no modelo do Revit nas componentes de arquitetura,, estrutura e de instalações hidráulicas e

de esgoto. Isso ocorreu após os ajustes das inadequações de projeto, pois as demais instalações não foram encontradas uma referência na tabela do SINAPI, sendo em geral itens de cotação. Com isso, obtivemos um novo orçamento para o projeto, atualizada para os valores atuais e em conformidade com a metodologia cooperativa do BIM.

Um esboço das modificações nos preços pode ser visto abaixo (TAB 2 e TAB 3). As variações dos preços e quantitativos pode ser vista nas Tabelas TAB 4 e ANEXO 2 :



TAB. 3- Ilustração do novo Orçamento de 2019

CATÁLOGO	CÓDIGO	ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	MATERIAL	MÃO DE OBRA	VALORES EM R\$				
									UNITÁRIO	TOTAL DO ITEM	SUBTOTAL	TOTAL	
			<b>04.00.000</b>	<b>ARQUITETURA E URBANISMO</b>								<b>R\$</b>	<b>5,128,926.92</b>
			<b>04.01.000</b>	<b>ARQUITETURA</b>									
			<b>94.54</b>	<b>PAREDES</b>								<b>R\$</b>	<b>1,063,005.32</b>
			04.01.102	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO , ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)									
<b>SINAPI</b>	<b>72132</b>		a	Espessura 10cm	m2	6,069.00	R\$ 34.49	R\$ 27.76	R\$ 62.25	R\$ 377,795.25			
<b>SINAPI</b>	<b>72131</b>		b	Espessura 20 cm	m2	2,679.00	R\$ 57.53	R\$ 50.62	R\$ 108.15	R\$ 289,733.85			
			04.01.105	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M <sup>2</sup> COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014									
<b>SINAPI</b>	<b>87467</b>		a	L= 15cm	m2	599.29	R\$ 38.77	R\$ 24.36	R\$ 63.13	R\$ 37,833.17			
	<b>87469</b>		b	L= 25cm	m2	748.07	R\$ 47.82	R\$ 27.64	R\$ 75.46	R\$ 56,449.36			

TAB. 4 - Comparação entre os preços

		2011	2019	19 vs 11			
	<b>Valor da Estimativa:</b>	R\$ 16,581,673.20	R\$ 20,522,346.18	23.77%			
ITEM	S E R V I Ç O	PESO 2011	PESO 2019	PREÇO 2011	PREÇO 2019	19 vs 11	
02.00.000	SERVIÇOS PRELIMINARES	4.65%	4.79%	R\$ 616,498.07	R\$ 786,771.61	27.62%	
03.00.000	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	41.18%	41.65%	R\$ 5,461,926.02	R\$ 6,837,395.19	25.18%	
04.00.000	ARQUITETURA E URBANISMO	26.13%	31.23%	R\$ 3,466,549.20	R\$ 5,128,926.92	47.95%	
05.00.000	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS	1.31%	0.72%	R\$ 173,612.67	R\$ 118,030.62	-32.01%	

Ao analisar a TAB 4, vemos que houve um aumento de 23,77% no preço total, ou seja, de R\$ 3.940.672,80, com o aumento mais expressivo nos serviços de arquitetura, preliminares e estruturas e fundações em seguida. No entanto, vale destacar que esse aumento deve-se apenas as composições de Serviços Técnico-Profissionais, Preliminares, Fundações e Estrutura, Arquitetura e Instalações Hidráulicas e Sanitárias, que totalizam 73,27% do orçamento original de 2011. Como as intervenções foram concentradas nos serviços de Fundações e Estrutura, Arquitetura, Instalações Hidráulicas e Sanitárias (68,82% do orçamento de 2011), podemos concluir que os ajustes serão representativos por terem um maior peso no orçamento.

Ao analisar o ANEXO 2 para ver o efeito da variação dos quantitativos com as intervenções dos modeladores, verificamos que, o aumento geral na quantidade de composições foi em de 0,97%. Portanto, pode-se concluir o orçamento feito em 2011 foi bem feito dada essa pequena variação. Além disso, podemos concluir que o a influência principal do aumento do preço do orçamento foi devido ao aumento de preços das composições. Apesar disso, vale destacar que esse aumento do orçamento é menor que os 60% inicialmente previsto pela correção monetária com base no IGPM no período, totalizando um aumento de R\$ 5.831.152,18 no orçamento analisado no presente trabalho (Serviços Técnico-Profissionais, Preliminares, Fundações e Estrutura, Arquitetura e Instalações Hidráulicas e Sanitárias) e R\$ 9.949.003,00 no orçamento total.

### **3.7.1. COMPOSIÇÕES NÃO PREVISTAS NO REVIT**

Ao analisar orçamento de 2011, vemos que alguns itens inicialmente estavam descritos apenas no orçamento, mas não previstos em Revit, como é o caso do orçamento que previa a execução de cerca de 7m<sup>2</sup> de ladrilhos hidráulicos, como vemos na TAB 5 abaixo:

TAB. 5 – Ilustração dos ladrilhos hidráulicos no Orçamento de 2011

CATÁLOGO	CÓDIGO	ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	MATERIAL	MÃO DE OBRA
			<b>01.00.000</b>	<b>SERVIÇOS TÉCNICOS-PROFISSIONAIS</b>				
			04.01.527	Ladrilhos hidráulicos				
<b>SCO</b>	<b>RV15950053</b>		a	Piso cimentício podotátil alerta 25x 25x2,5 cm cor vermelha, ref. Comercial Ivaí ou similar	m2	1.31	R\$ 67.04	R\$ 28.11
<b>SCO</b>	<b>RV15950053</b>		b	Piso cimentício podotátil direcional 25x 25x2,5 cm cor amarela, ref. Comercial Ivaí ou similar	m2	5.32	R\$ 67.04	R\$ 28.11

No entanto, ao extrairmos uma tabela consolidada de quantitativos dos revestimentos extraída do Revit, não foi encontrado nenhum elemento, conforme vemos na TAB 6 abaixo:

TAB. 6 - Consolidado com todos os materiais de revestimento de piso do modelo 3D

	Quantidade	Área
Piso: NormaDOM - Contrapiso 4cm	14	308
Piso: NormaDOM - Piso Porcelanato City Caramel - 45 x 45cm	2	31
Piso: NormaDOM - Piso Granilite	16	257
Piso: NormaDOM - Laje Concreto 5cm	1	46
Piso: NormaDOM - Piso Granito	2	27
Piso: NormaDOM - Contrapiso 3cm	2	27
Piso: NormaDOM - Piso Porcelanato Caramelo - 45 x 45cm 2	81	1528
Piso: NormaDOM - Contrapiso 3,5mm	163	3953
Piso: NormaDOM - Piso Porcelanato Portinari GD - 45 x 45cm	2	126
Piso: NormaDOM - Piso Cerâmico Itagres Linha Pau-brasil cor marfim 23 x 67	40	2314
Piso: NormaDOM - Contrapiso 9cm	5	99
Piso: NormaDOM - Piso Cimentado	4	130
Piso: NormaDOM - Contrapiso 2,5cm	4	130
Piso: NormaDOM - Laje Concreto 12cm	1	85
Piso: NormaDOM - Piso Cimentado 3cm	1	85

Além disso, na TAB 6, é prevista o Piso Porcelanato City Caramel nas cozinhas, que não se encontra prevista no próprio orçamento e não possui equivalente no SINAPI. Portanto, foi solicitada a troca dessa composição por Piso Porcelanato Caramelo 45 x 45 cm, a fim de aproveitar a composição.

Outro exemplo de caso em que não se encontra é o das soleiras das portas, descritas na TAB 7. No caso, elas não se encontravam no modelo em Revit e foram solicitadas a serem acrescentadas, afim de garantir a compatibilidade dos modelos.

TAB. 7 – Ilustração da Soleira no Orçamento de 2011

CATÁLOGO	CÓDIGO	ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN
			04.01.702	Soleiras	
SINAPI	74111/001		a	Execução da soleiras de granito amarelo icaraí, esp=2cm, ML x 15 cm, com acabamento polido	m
SINAPI	74111/001		b	Execução da soleiras de granito amarelo icaraí, esp=2cm, ML x 15 cm, com acabamento apicoado	m
SINAPI	74111/001		c	Execução da soleiras de granito preto são gabriel, esp=2cm, ML x 15 cm, com acabamento polido	m

### 3.7.2. ELEMENTOS DE DIMENSÕES VAZIAS NO MODELO DE ARQUITETURA

Enquanto eram feitas as adequações das composições a partir dos elementos extraídos do modelo 3D do Revit, observou-se registros de 4 elementos de Porta Divisória com dimensões zeradas de largura e altura, conforme a TAB 8 abaixo:

TAB. 8 - Ilustração de elementos de porta zerados

Tabela de porta							
Classificação de incêndio	Contador	Descrição	Família	Fechadura	Largura	Material main	Altura
	1		Porta Divisória		1.00		2.11
	1		Porta Divisória		0.00		0.00
	1		Porta Divisória		1.00		2.10
	1		Porta Divisória		0.00		0.00
	1		Porta Divisória		1.00		2.10
	1		Porta Divisória		0.00		0.00
	1		Porta Divisória		1.00		2.10
	1		Porta Divisória		0.00		0.00

Em geral, as possíveis causas para esse problema podem ser algum problema na família utilizada pelo projetista durante a elaboração do modelo, ou algum bug em algum

componente em específico. Para solucionar isso, foi feita a substituição dos elementos zerados pelo modelador. Em seguida, verificou-se as tabelas de quantitativos extraídas do Revit também dos projetos hidráulicos e de estruturas e o tratamento das informações encontradas zeradas.

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **4.1 CONCLUSÃO**

Este trabalho teve como objetivo apresentar a compatibilização, em plataforma BIM, dos diferentes projetos do prédio anexo ao IME e apresentar um orçamento atualizado. Trabalhando de forma cooperativa utilizando a ferramenta Trello, a equipe trabalhou em processo integrado de modelagem e de gestão da informação, com os projetos feitos em paralelo e em uma mesma base compartilhada de informação, garantindo que as informações entre os projetos estivessem compatíveis entre si. Os projetos arquitetônico, de água fria e de esgoto foram criados ou modificados no sentido de melhor atender às demandas da região, do Instituto e dos alunos moradores e as inconsistências foram contornadas ou apontadas devidamente. Além disso, o novo orçamento do projeto gerado a partir das novas composições, apresentou um valor superior ao antigo, aproximadamente 4 milhões a mais com cerca de 1% a mais de quantidade de insumos composição, indicando que o orçamento original foi bem feito. A princípio é viável esse aumento, visto que foi um aumento de 30% em cima apenas dos dados que possuíamos evidência do SINAPI (arquitetura, estrutura, água e esgoto), e que, comparado com a correção monetária com base no IGPM no período, era estimado um aumento de 60%. O trabalho compatibilizou os projetos do prédio anexo ao IME com sucesso e aprimorou os conhecimentos de tecnologias na plataforma BIM mostrando sua eficácia devido à facilidade da administração de projeção, incompatibilidades e mudanças nesta forma totalmente cooperativa de todas as etapas.

### **4.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Durante a execução do presente trabalho, além das modificações nos projetos arquitetônico, de água fria e de esgoto, a equipe levantou abaixo sugestões de trabalhos futuros a serem desenvolvidos, que possibilitam enriquecer ainda mais o estudo:

- Integrar outros projetos utilizando a metodologia BIM, como o de instalações elétricas, além dos projetos de arquitetura, água-fria e esgoto.

- Abordar mais aspectos do ciclo de vida da edificação por meio da análise de outras dimensões, como a ferramenta 4D (tempo) e 6D (sustentabilidade)

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro, p. 3. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036: Programação de sondagens de simples conhecimento dos solos para fundações de edifícios**. Rio de Janeiro, p. 1. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, p. 3. 1999.

AYRES, 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, 2007, Curitiba**. Disponível em <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-57.pdf>> . Acesso em: 15 mai. 2019.

BCA – BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **Singapore BIM Guide**. Version 2. Singapore: BCA, 2012. Disponível em: <[https://corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide\\_V2.pdf](https://corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide_V2.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2019.

BLOG RENDER. **BIM: Do 3D ao 7D**. Disponível em: <<https://blog.render.com.br/construcao/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

DER/SP. Secretaria dos Transportes. Departamento de Estradas de Rodagem. **Projeto de Estrutura de Edificação**. São Paulo, 2005.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook – A Guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**, 2<sup>nd</sup> edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. 350f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

FRANÇA, Ana J. G. L. **Melhoria contínua aplicada a edificações de tipologia padronizada: a gestão do conhecimento no contexto do portfólio de ativos**. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

GM Projetos e Plotagens. **BIM e as políticas públicas do Brasil**. Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

JUNIOR, Roberto C. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

KERZNER, H. **Project Management: A system approach to planning, scheduling, and controlling**. 8ed., Hoboken: John Wiley & Sons, 2002.

LEITE, Hellen Flávia Weis. **BIM e suas dimensões**. Disponível em: <<http://cadbimoz.com/bim-e-suas-dimensoes/>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

MACINTYRE, Archibald J. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1990.

MARTINS, Paola C. F. **A interoperabilidade entre sistemas BIM e simulação ambiental computacional: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PMI, **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®) - Quarta Edição**, Newton Square: PMI, 2008.

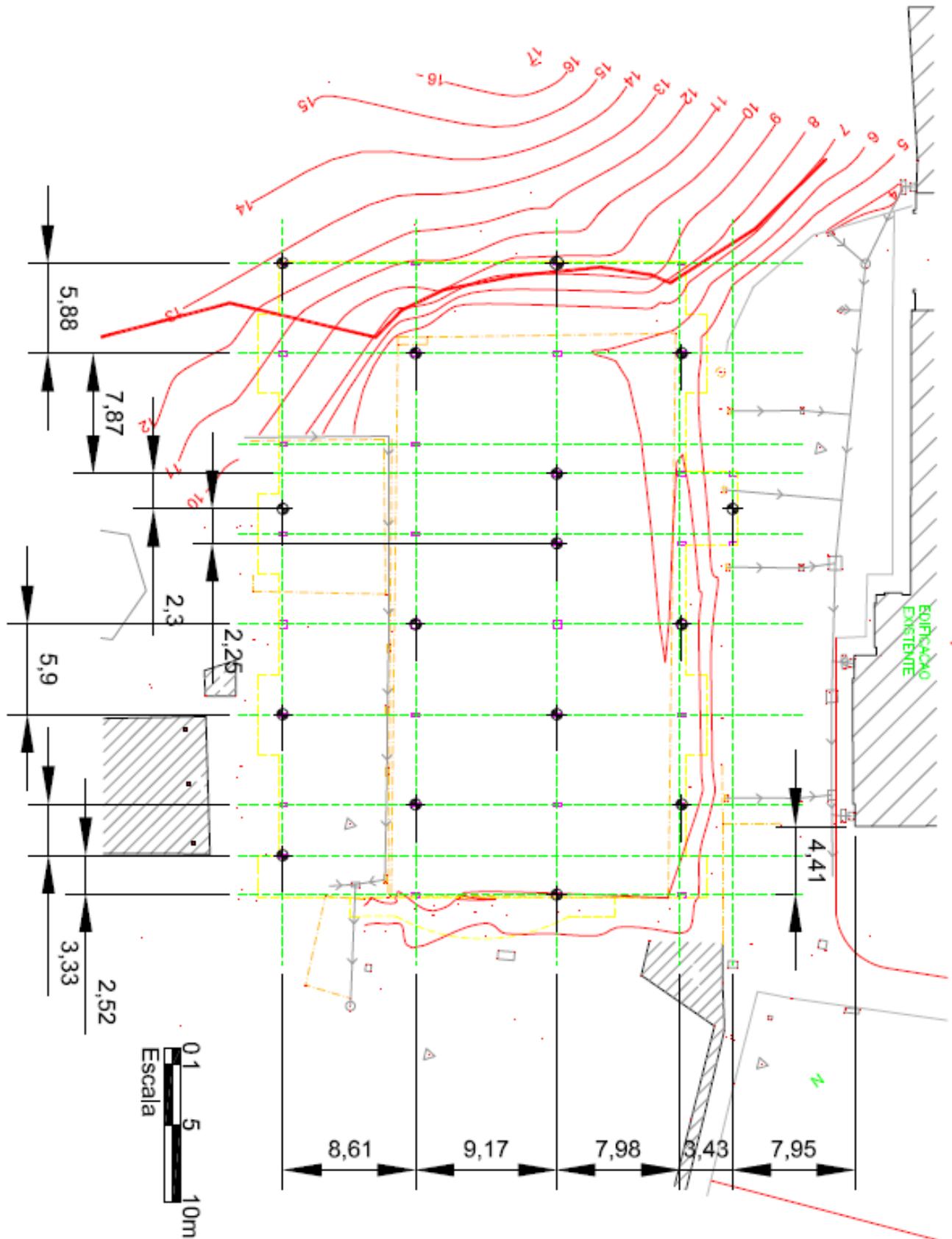
SUERMAN, Patrick C. **Evaluating the impact of Building Information Modeling (BIM) on Construction**. Tese de Doutorado. University of Florida, Florida, 2009

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos utilizando análise de valor agregado: como revolucionar o controle e a avaliação de desempenho em projetos - 3ª. Edição**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

VIVADECOR. **Tecnologia BIM: faça mais projetos, em menos tempo e com mais qualidade usando o Revit**. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/tecnologia/tecnologia-bim/>>. Acesso em 19 mai. 2019.

WAEKENS, Anne C. **Projeto de arquitetura com base nos conceitos de desempenho em software BIM**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2012.

## ANEXO 1: PLANTA DE SONDAGENS PROPOSTA PARA ESTE TRABALHO





<b>SINAPI</b>	<b>74229/001</b>		04.01.120	DIVISORIA EM MARMORE BRANCO POLIDO, ESPESSURA 3 CM, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA), ARREMATE COM CIMENTO BRANCO, EXCLUSIVE FERRAGENS	m2	555.36	555.36
			<b>04.01.200</b>	<b>ESQUADRIA</b>			
			04.01.208	Fornecimento e instalação Porta corta-fogo, inclusive batentes e guarnições			
<b>SINAPI</b>	<b>90838</b>			PCF1- Acabamento decorado - 1 folha de abrir - 1,00x2,10m	un	6.00	6.00
<b>SINAPI</b>	<b>90838</b>			PCF2- 1 folha de abrir. - 1,00x2,10m	un	11.00	11.00
			04.01.218	Fornecimento e instalação porta de alumínio anodizado cor champagne,inclusive batentes e guarnições			
<b>SINAPI</b>	<b>68050</b>			PA1 - Chapa de acrílico cor branca, textura martelada - 1 folha de abrir - 0,60x1,80m	m2	115.56	115.56
<b>SINAPI</b>	<b>68050</b>			PA5 - Vidro liso liso incolor 4 mm - 2 folhas abrir + 2 bandeiras superiores máx ar - 1,40x2,10+0,50m	m2	7.28	7.28
<b>SINAPI</b>	<b>68050</b>			PA6 - Vidro liso liso incolor 4 mm - 2 folhas abrir + 2 bandeiras superiores fixas - 2,00x2,10+0,60m	m2	21.60	21.60
<b>SINAPI</b>	<b>68050</b>			PA7 - Vidro liso liso incolor 4 mm - 2 folhas fixas + 2 folhas correr + 4 bandeiras máx ar - 3,00x2,10+0,60m	m2	299.70	299.70
<b>SINAPI</b>	<b>68050</b>			PA8 - Vidro liso liso incolor 4 mm - 2 folhas fixas + 4 folhas correr + 6 bandeiras máx ar - 4,50x2,10+0,60m	m2	36.45	36.45
	<b>91341</b>		04.01.220	Fornecimento e instalação de porta de alumínio anodizado cor champagne em veneziana,inclusive batentes e guarnições			
<b>SINAPI</b>	<b>39025</b>			1 folha abrir - 0,70 x 2,10m	m2	10.29	16.17
<b>SINAPI</b>	<b>39025</b>			1 folha abrir - 0,80 x 2,10m	m2	2.10	13.44
<b>SINAPI</b>	<b>39025</b>			1 folha abrir - 1,00 x 2,10m	m2	13.44	2.10
<b>SINAPI</b>	<b>39025</b>			2 folhas correr - 1,80 x 2,10m	m2	18.90	16.19

			04.01. 227	JANELA			
<b>SINAPI</b>	<b>73937/5</b>			ELEMENTO VAZADO DE CONCRETO, VENEZIANA *39 X 29 X 10* CM	m2	-	3.79
<b>SINAPI</b>	<b>94575</b>			JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO, VEDAÇÃO COM ESPUMA EXPANSIVA PU, COM VIDROS, PADRONIZADA - 1 Painei	m2	87.9 2	100.24
<b>SINAPI</b>	<b>94575</b>			JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO, VEDAÇÃO COM ESPUMA EXPANSIVA PU, COM VIDROS, PADRONIZADA. - 2 Folhas e 1 fixa	m2	-	595.08
<b>SINAPI</b>	<b>73809/001</b>			vidro liso incolor 4 mm - 1 folha inferior fixa + 1 folha máx ar + 1 bandeira superior máx ar - 0,75x2,30/0,40m	m2	189. 75	564.48
<b>SINAPI</b>	<b>73809/001</b>			vidro mini-boreal 4 mm - 1 folha máx ar - 0,70x0,80/1,90m	m2	8.96	87.92
<b>SINAPI</b>	<b>73809/001</b>			JA3 - vidro mini boreal 4 mm - 2 folhas basculante - 0,80x0,65/ 1,40m	m2	1.56	1.56
<b>SINAPI</b>	<b>73809/001</b>			vidro liso incolor 4 mm - 1 folha inferior fixa + 1 folha máx ar + 1 bandeira superior máx ar - 0,75x2,10/0,40m	m2	31.5 0	31.50
<b>SINAPI</b>	<b>94581</b>			vidro mini-boreal 4 mm- 1 folha máx ar - 0,70x0,80/1,70m	m2	8.96	100.24
<b>SINAPI</b>	<b>94559</b>			vidro mini boreal 4 mm - 3 folhas basculantes - 0,60x0,60/ 1,80m	m2	57.6 0	56.64
			04.01. 230	Fornecimento e instalação de porta de madeira semi sólida para verniz,inclusive batentes e guarnições			
<b>SINAPI</b>	<b>90789</b>			PORTA-PRONTA DE MADEIRA, FOLHA LEVE OU MÉDIA, 70X210CM, FIXAÇÃO COM PREENCHIMENTO PARCIAL DE ESPUMA EXPANSIVA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	un	45.0 0	43.00
<b>SINAPI</b>	<b>90790</b>			PORTA-PRONTA DE MADEIRA, FOLHA LEVE OU MÉDIA, 80X210CM, FIXAÇÃO COM PREENCHIMENTO PARCIAL DE ESPUMA EXPANSIVA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	un	5.00	66.00

EMOP	14.006.20 0-0			PM6 - Visor em vidro laminado - 2 folhas de correr - 1,65 x 2,10m	m2	6.93	12.60
SINAPI	73910/08			PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 120X210X3,5CM, 2 FOLHAS, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	1.00	1.00
			<b>04.01. 400</b>	<b>COBERTURA</b>			
SCO	CI0543010 0		04.01. 410	Fornecimento e instalação de cobertura em telhas trapezoidais tipo sanduíche, sendo a face superior metálica pintada na cor verde, camada intermediária com poliuretano e face inferior metálica na cor natural.	m2	910. 99	910.99
			04.01. 415	Estrutura metálica em aço estrutural	m2	910. 99	910.99
			<b>04.01 .500</b>	<b>REVESTIMENTO</b>			
			<b>04.01. 510</b>	<b>REVESTIMENTO DE PISO</b>			
			04.01. 511	Cimentados			
SINAPI	98679		a	Laje impermeabilizada com acabamento final em cimentado áspero com pintura na cor concreto	m2	103. 34	130.00
SINAPI	68325		c	Concreto armado, dimensionado de acordo com a cargas incidentes no local, de conforme projeto estrutural a ser desenvolvido	m2	516. 42	516.42
			04.01. 512	Cerâmico			
SINAPI	87260		a	Porcelanato 45 x 45 cm, ref. comercial Portobello, linha Essencial, Cimento caramelo, cod. 98336 ou similar. Rejuntas: cor segue padrão do piso e, espessura segue instrução do fabricante	m2	2,34 4.80	1,528.00
SINAPI	93391		b	Cerâmica 23 x 67 cm, ref. Comercial Itagrés linha Pau brasil, cor Marfim ou similar. Rejuntas: cor segue padrão do revestimento e, espessura segue instrução do fabricante.	m2	2,08 9.43	2,314.00
SINAPI	87260		c	Porcelanato 45 x 45 cm,ref. Comercial Portinari, linha Element, cor GD ou similar. Rejuntas: cor segue padrão do revestimento e, espessura segue instrução do fabricante.	m2	720. 59	126.00

SINAPI	87260		d	Porcelanato 45 x 45 cm, ref. comercial Portobello, linha Essencial, Cimento preto, cod. 98363 ou similar. Rejuntes: cor segue padrão do piso e, espessura segue instrução do fabricante	m2	192.18	192.18
			04.01.515	Granito			
SINAPI	98671		a	Piso em granito amarelo icaraí polido em placas de 80 x 80 cm ou (ou similar)	m2	28.00	27.00
SINAPI	84191		04.01.517	Argamassa granilítica ref. comercial korodur-pl ou similar, com espessura de 0,8 cm, na cor natural cimento, sobre piso em concreto armado de alta resistência, com trama espessura posteriormente dimensionados de acordo com as cargas previstas	m2	508.43	257.00
			04.01.528	Contrapiso			
SINAPI	87630			Contrapiso e regularização da base - e = 2,5cm	m2	-	27.00
SINAPI	87630			Contrapiso e regularização da base - e = 3cm	m2	-	27.00
SINAPI	9099			Contrapiso e regularização da base - e = 9cm	m2	-	99.00
			04.01.530	<b>REVESTIMENTO DE PAREDE</b>			
SINAPI	87877		04.01.531	Chapisco	m2	15,478.65	15,478.65
SINAPI	87532		04.01.532	Emboço	m2	12,294.29	12,294.29
			04.01.534	Revestimento cerâmico			
SINAPI	87265		a	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 20X20 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 5 M <sup>2</sup> NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF 06/2014	m2	2,540.66	2,540.66
SINAPI	88786			REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 2,5 X 2,5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS A PRUMO,	m2	476.54	476.54

				APLICADO EM PANOS COM VÃOS. AF_10/2014			
SINAPI	88786		b	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 2,5 X 2,5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS A PRUMO, APLICADO EM PANOS COM VÃOS. AF 10/2014	m2	44.53	44.53
			<b>04.01.539</b>	<b>Revestimento em granito</b>			
EMOP	13.065.015-0		a	Revestimento externo em granito apicoado amarelo maracujá	m2	211.25	211.25
			<b>04.01.550</b>	<b>REVESTIMENTO DE FORRO</b>			
			04.01.554	Gesso autoportante			
SINAPI	96109		04.01.555	Gesso em placas de 60 x 60 cm, liso e emassado	m2	1,080.11	4,366.00
SINAPI	96111		04.01.557	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF 05/2017 P	m2	1,306.89	1,598.00
			<b>04.01.600</b>	<b>IMPERMEABILIZAÇÕES</b>			
SINAPI	98546		04.01.601	Impermeabilização com manta asfáltica 3mm	m2	250.62	1,046.00
SINAPI	74066/2		04.01.605	Impermeabilização semi flexível com emulsão hidroasfáltica	m2	1,004.70	1,046.00
			<b>04.01.700</b>	<b>ACABAMENTOS E ARREMATES</b>			
			04.01.701	Execução dos rodapés abaixo discriminados:			
SINAPI	96467		a	Porcelanato 8 x 45 cm, ref. comercial Portobello, linha Essencial, Cimento caramelo, cod. 98539 ou similar. Rejuntas: cor segue padrão do revestimento e, espessura segue instrução do fabricante.	m	569.05	145.80
SINAPI	96467			Cerâmica 23 x 67 cm, ref. Comercial Itagrés linha Pau brasil, h=11,5 cm cor Marfim ou similar. Rejuntas: cor segue padrão do revestimento e, espessura segue instrução do fabricante.	m	1,110.53	36.00
SINAPI	98697		c	Rodapé de granito amarelo icaraí polido H=10 cm	m	57.02	57.02

SINAPI	88649		d	Porcelanato 8 x 45 cm, ref. comercial Portinari, linha Element, cor GD ou similar. Rejuntas: cor segue padrão do revestimento e, espessura segue instrução do fabricante.	m	490.24	490.24
SINAPI	84168		e	Argamassa granulítica ref. comercial Korodur -PL ou similar, h= 8 cm, na cor natural cimento.	m	421.94	421.94
			04.01.702	Soleiras			
SINAPI	74111/001		a	Execução da soleiras de granito amarelo icaraí, esp=2cm, ML x 15 cm, com acabamento polido	m	295.94	269.88
EMOP	13.045.05 2-0		04.01.703	Execução de peitoril de granito amarelo icaraí, esp=2cm com acabamento polido em todas as faces aparentes ML x 17 cm, com pingadeira para o lado externo	m	317.00	317.00
			<b>04.01.800</b>	<b>EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</b>			
SINAPI	99855		04.01.801	Corrimão em perfil metálico, com acabamento em esmalte sintético na cor cinza (escadas enclausuradas)	m	345.00	345.00
			<b>04.01.803</b>	<b>Guarda Corpo</b>			
SINAPI	99839		a	Guarda corpo em aço galvanizado, em perfil tubular d= 5cm e tela xadrez de 2,5 x 2,5 cm, h- 1,00 m (variável no 2º pavimento), com pintura em esmalte sintético brilho cor tabaco, ref. comercial Suvinil ou similar	m	245.00	22.70
SINAPI	99839		b	GUARDA-CORPO DE AÇO GALVANIZADO DE 1,10M, MONTANTES TUBULARES DE 1.1/4" ESPAÇADOS DE 1,20M, TRAVESSA SUPERIOR DE 1.1/2", GRADIL FORMADO POR TUBOS HORIZONTAIS DE 1" E VERTICAIS DE 3/4", FIXADO COM CHUMBADOR MECÂNICO. AF 04/2019 P	m	156.00	249.69
SINAPI	74073/002		04.01.804	Alçapões de visita às casas de máquina dos elevadores	un	4.00	4.00
			<b>05.00.000</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS</b>			

			<b>05.01.000</b>	<b>ÁGUA FRIA</b>			
			<b>05.01.200</b>	<b>Tubulações e conexões de PVC rígido soldável, cor marrom</b>			
			201	Tubos			
<b>SINAPI</b>	<b>89356</b>			01-ø 25mm	m	510.00	102.71
<b>SINAPI</b>	<b>89357</b>			02-ø 32mm	m	70.00	195.82
<b>SINAPI</b>	<b>89448</b>			03-ø 40mm	m	200.00	103.31
<b>SINAPI</b>	<b>89449</b>			04-ø 50mm	m	185.00	143.21
<b>SINAPI</b>	<b>89450</b>			05-ø 60mm	m	330.00	179.42
			<b>05.04.000</b>	<b>ESGOTOS SANITÁRIOS</b>			
			<b>05.04.000</b>	<b>Tubulações e Conexões de PVC</b>			
			<b>05.04.300</b>	<b>Tube e conexões de PVC rígido, para esgoto primário, tipo ponta</b>			
			301	e bolsa para anel de borracha:			
				ø 40 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>90453</b>				m	130.00	130.00
				ø 75 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>90454</b>				m	68.00	68.00
				ø 100 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>90455</b>				m	430.00	450.00
			301A	Tube e conexões de PVC rígido, para esgoto secundário, tipo ponta e bolsa para anel de borracha:			
				ø 40 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>74165/001</b>				m	-	180.00
				ø 50 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>74165/002</b>				m	130.00	140.00
				ø 75 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>74165/003</b>				m	68.00	221.00
				ø 100 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>74165/004</b>				m	430.00	252.00
				ø 150 mm			
<b>SINAPI</b>	<b>74168/001</b>				m	20.00	40.00

