UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil

Maria Luisa Ribeiro Antunes

ANÁLISE DO PROJETO DE REFORMA DE UM ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE UTILIZANDO A CAPTURA DA REALIDADE E O BIM

Belo Horizonte
2020

Maria Luisa Ribeiro Antunes

ANÁLISE DO PROJETO DE REFORMA DE UM ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE UTILIZANDO A CAPTURA DA REALIDADE E O BIM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Linha de pesquisa: Gestão de Empreendimentos de Construção Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Belo Horizonte
2020

A636a

Antunes, Maria Luisa Ribeiro.
Análise do projeto de reforma de um estabelecimento assistencial de saúde utilizando a captura da realidade e o BIM [recurso eletrônico] / Maria Luisa Ribeiro Antunes. – 2020.
1 recurso online (187 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Sidnea Eliane Campos Ribeiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 159-187.

Bibliografia: f. 153-158.
Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil - Teses. 2. Modelagem de informação da construção - Teses. 3. Termografia - Teses. I. Ribeiro, Sidnéa Eliane Campos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69(043)

Ficha catalográfica: Biblioteca Profº Mário Werneck, Escola de Engenharia da UFMG

MARIA LUISA RIBEIRO ANTUNES

"ANÁLISE DO PROJETO DE REFORMA DE UM ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE UTILIZANDO A CAPTURA DA REALIDADE E O BIM"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Linha de pesquisa: Gestão de Empreendimentos de Construção Civil.

BANCA EXAMINADORA



PROFA. DRA. SIDNEA ELIANE CAMPOS RIBEIRO (ORIENTADORA)
DEMC - UFMG



PROF. DR. EDUARDO MARQUES ARANTES
DEMC - UFMG



PROF. DR. EDUARDO CABALEIRO CORTIZO
ESCOLA DE ARQUITETURA - UFMG

DATA: 30 de junho de 2020

HORÁRIO: 14h

LOCAL: Realizada na modalidade *on line* (plataforma *Google Meet*)

Dedico este trabalho a minha filha Bruna.
Ninguém fomentou, como ela, o meu desejo de voltar a estudar.
Instigou-me na crença de vencer o desafio do Mestrado, em plena Bodas de Prata da graduação.
Numa inversão de papéis, de mão dadas, foi comigo até a Escola de Arquitetura da UFMG e assim, a nova jornada começou...

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus, pela vida.
A meus pais pela educação, exemplo e amor incondicional.
A meus filhos Bruna, Raquel e Luis Hypólito, pela compreensão e incentivo.
A Rafael Fernandes, pela credibilidade e confiança.
A minha orientadora Sidnea Ribeiro, pela dedicação e aprendizado que recebi.
Aos professores Eduardo Cabaleiro, Eduardo Toledo, Eduardo Arantes e Regina Ruschel, pelos ensinamentos e inspirações.
A Denise Aurora, pelo estímulo e cumplicidade.
A Aguinaldo Miranda, pela ajuda profissional e apoio emocional.
A Jorge Policena, pela competência.
À equipe do HEMOSC e FAHECE, pelo endosso e apoio técnico.
À professora Paula Bamberg, pela generosidade.
Aos professores Lucio Campos e Manfredo Hoppe pela solidariedade.
Aos meus amigos, familiares, colegas de mestrado, pelas alegrias compartilhadas nessa jornada. Em especial, a Humberto Torres e Gelmo Chiari, pela troca de experiências acadêmicas e a Harold Castle pelos ensinamentos na língua estrangeira.
A Capes, pelo apoio financeiro.

[Certa vez, perguntado qual a definição de luz] *“A luz ... é a sombra de Deus ...”*

Albert Einstein

RESUMO

A gestão de documentos do ambiente construído, quando efetivamente implementada, possibilita o acesso seguro à informação. No Brasil, alguns órgãos públicos têm promovido a salvaguarda dos projetos arquitetônicos de suas edificações entretanto, em alguns casos essa gestão não é eficaz, demandando esforços da engenharia reversa no resgate de informações técnicas para o desenvolvimento de novos projetos. O presente estudo tem o objetivo de analisar o projeto de reforma de um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), utilizando-se o BIM/VDC (Modelagem da Informação da Construção/Projeto e Construção Virtual) auxiliado pelas técnicas 3D *Laser Scanning* e Termográfica, aplicando-se o método *Constructive Research* (Pesquisa Construtiva). Para fundamentar o estudo, inicialmente, foi desenvolvida a modelagem paramétrica arquitetônica da edificação existente e do seu entorno, embasada na nuvem de pontos gerada pela realidade capturada, uma vez que o EAS não possuía gestão documental de seus projetos originais. O modelo *As-is* BIM contemplou a fase operacional do ambiente construído, mapeando as áreas do EAS mais afetadas pela implementação do projeto de reforma proposto. Posteriormente, as simulações de projeto, no ambiente virtual, auxiliaram na elaboração dos escopos de trabalho de modelagem do projeto de reforma e da inspeção técnica. O levantamento das informações técnicas, *in loco*, formatou a base de dados necessária para as análises dos resultados obtidos nos estágios seguintes, conectando o ambiente construído e o sistema BIM. Na primeira etapa, os arquivos CAD do projeto de reforma atuaram como *inputs* para o *software* de modelagem, gerando os modelos arquitetônico e de fundações. Em seguida, foram exportados em formato aberto *Industry Foundation Classes* (IFC), para o *software* de compatibilização *Solibri Model Checker* (SMC) onde foram, previamente, validados visando o controle qualitativo das informações. Na terceira etapa, promoveu-se a compatibilização automatizada entre os modelos. O *constructo* dessa pesquisa resultou em uma nova linha de trabalho na contratação do partido arquitetônico. O estudo demonstrou a viabilidade do uso das tecnologias aplicadas, ainda nas fases iniciais de projeto, agregando um real ganho de valor no processo de trabalho.

Palavras chave: Projeto de Reforma. Projeto auxiliado por 3D *Laser Scanning*. Projeto auxiliado por Engenharia Reversa. Termografia. BIM/VDC.

ABSTRACT

Documents management of the built environment, when effectively implemented, allows secure access to information. In Brazil, some governmental institutions have promoted the safeguard of the architectural design of their buildings, however, in some situations, this process is not efficient and requires reverse engineering efforts to recover missing technical information in order to enable the development of news designs. This study aims to analyze the retrofit design of a Health Care Establishment (EAS), using the BIM/VDC assisted by 3D Laser Scanning and Thermographic techniques, applying the Constructive Research method. To support the study, the architectural parametric modeling of the existing building and its surroundings was initially developed, based on point cloud data generated by the captured reality, since the EAS did not have any of its original building designs. The As-is BIM model included the operational phase of the built environment, mapping the areas of EAS that would be most affected by the implementation of the proposed retrofit design. Subsequently, design simulations in the virtual environment were used to help define the modeling work scope for the retrofit design and also to support the site technical inspection. The data collected on site provided the informations needed to analyze the results of the following stages, connecting the built environment and the BIM system. In the first stage, the CAD files of the retrofit design were used as inputs for the modeling software, generating the architectural and foundation models. Then, they were exported in open format Industry Foundation Classes (IFC), to the compatibility software Solibri Model Checker (SMC), in which they were previously validated aiming the qualitative control of the informations. In the third stage, automated compatibility between the models was promoted. The construct of this research established a new line of work in the application of the concept architecture design. Moreover, it demonstrated the feasibility of using the applied technologies, even in the initial phases of the design, adding a real value gain in the work process.

Keywords: Retrofit Design. Design aided by 3D Laser Scanning. Design aided by Reverse Engineering. Thermography. BIM/VDC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta de situação do HEMOSC 14
Figura 2 – Linha do tempo da edificação 15
Figura 3 – Integração multidisciplinar 19
Figura 4 – Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação 21
Figura 5 – Subjetividades dos EAS 23
Figura 6 – Etapas do processo de projeto dos EAS 24
Figura 7 – Tomadas fotográficas 27
Figura 8 – Registro termográfico 28
Figura 9 – Configuração básica do termômetro de radiação infravermelha 30
Figura 10 – Equipamentos de captura 32
Figura 11 – Visão linear da maturidade BIM 36
Figura 12 – 3D *Laser scanning* na fase construtiva 40
Figura 13 – Modelo *As-is* BIM 41
Figura 14 – Atribuições dos estabelecimentos assistenciais de saúde 46
Figura 15 – Fluxo de trabalho da pesquisa 59
Figura 16 – Sede atual do HEMOSC 60
Figura 17 – EAS nas cidades de Florianópolis, Blumenau e Joinville 62
Figura 18 – Equipamentos de hemodiálise em Florianópolis, Blumenau e Joinville 62
Figura 19 – Vista áerea do HEMOSC; (a) Vista aérea da edificação; (b) Fachada Norte; (c) Fachada Leste; (d) Fachada Sul; (e) Fachada Oeste 64
Figura 20 – Nuvem de pontos da edificação 66
Figura 21 – Vista aérea 66
Figura 22 – Praça Dom Pedro 67
Figura 23 – Corte FF' da nuvem de pontos 67
Figura 24 – Detalhe A: Infraestrutura existente 68
Figura 25 – Detalhe B: Cabeamento elétrico 68
Figura 26 – Corte BB' da nuvem de pontos 69
Figura 27 – Detalhe C: Cilindro de Nitrogênio 69
Figura 28 – Cenário virtual 70
Figura 29 – Mapeamento dos usos no 1º pavimento (setores 1 a 18) 71
Figura 30 – Mapeamento dos usos no 2º pavimento (setores 19 a 56) 72
Figura 31 – Mapeamento dos usos no 3º pavimento (setores 57 a 103) 72
Figura 32 – Mapeamento dos usos no 4º pavimento (setores 104 a 129) 73
Figura 33 – Composição (%) das áreas parciais (m^2) 74
Figura 34 – Representatividade das categorias mapeadas 75
Figura 35 – Vista oeste do modelo *As-is* BIM 75
Figura 36 – Vista leste do modelo *As-is* BIM 76
Figura 37 – Isométrico do modelo *As-is* BIM 76
Figura 38 – Atendimento à RDC 50/2002 pela sede atual do HEMOSC 80
Figura 39 – Organograma FAHECE 81
Figura 40 – Proposta para Fluxos e Acessos 82
Figura 41 – Proposta para Laboratórios 83
Figura 42 – Proposta para Elevadores no Bloco 2 84
Figura 43 – Corte transversal 85
Figura 44 – Logística de Reformas e Ampliações 87
Figura 45 – Isométrico do mapeamento de usos do HEMOSC 88
Figura 46 – Implementação dos Blocos 1 e 2 do Projeto de Reforma 88

Figura 47 – Categorias diretamente afetadas pelas obras do Bloco 1 91
Figura 48 – Representatividade..... 91
Figura 49 – Categorias diretamente afetadas pelas obras do Bloco 2 92
Figura 50 – Representatividade..... 92
Figura 51 – Análise das representatividades dos Blocos 1 e 2..... 93
Figura 52 – Vista da nuvem de pontos com projeções do Projeto de Reforma 94
Figura 53 – Corte DD' da nuvem de pontos com Bloco 2..... 95
Figura 54 – Corte AA' da nuvem de pontos e elevações dos Blocos 1 e 2 96
Figura 55 – Corte AA' do modelo *As-is* BIM e o Bloco 2..... 97
Figura 56 – Atendimento à RDC 50/2002 pelo Projeto de Reforma 99
Figura 57 – Relatório de imagem térmica da fachada oeste (a) Registro termográfico; (b) Registro fotográfico 102
Figura 58 – Registro fotográfico da fachada oeste; (a) Vista frontal; (b) Vigas;..... 103
Figura 59 – Relatório de imagem térmica de alvenaria interna; (a) Registro termográfico; (b) Registro fotográfico 104
Figura 60 – Relatório de imagem térmica de laje interna..... 105
Figura 61 – Relatório de imagem térmica de laje externa (a) Registro termográfico (b) Registro fotográfico..... 106
Figura 62 – Galerias vistoriadas 106
Figura 63 – Corte esquemático..... 107
Figura 64 – Registro fotográfico das galerias 108
Figura 65 – Relatório de imagem térmica da fachada sul (a) Registro termográfico; (b) Registro fotográfico; (c) Detalhes 109
Figura 66 – Relatório de imagem térmica da fachada leste (a) Registro termográfico (b) Registro fotográfico 110
Figura 67 – Detalhe da estrutura em balanço..... 111
Figura 68 – Relatório de imagem térmica da alvenaria externa (a) Registro termográfico (b) Registro fotográfico 112
Figura 69 – Edificação sobre terreno natural..... 113
Figura 70 – Ponto limítrofe..... 113
Figura 71 – Pontos inspecionados..... 114
Figura 72 – Ponto de acesso (Ponto A)..... 115
Figura 73 – Cintamento longitudinal 115
Figura 74 – Vista da laje 116
Figura 75 – Estruturas da circulação 116
Figura 76 – Conexão subterrânea entre os Pontos A e B 117
Figura 77 – Ponto B; (a) Ponto de visita; (b) Detalhe da constituição do piso 118
Figura 78 – Projeções verticais coincidentes..... 120
Figura 79 – Modelo arquitetônico 122
Figura 80 – Modelo final 123
Figura 81 – Conjunto de regras 125
Figura 82 – Parâmetros máximos de tolerância aplicados para a geração das ocorrências de grau crítico em (a) Pilares; (b) Paredes; (c) Lajes..... 127
Figura 83 – Parâmetros de tolerância SMC..... 128
Figura 84 – Parâmetros de severidade SMC..... 129
Figura 85 – Ocorrências de grau crítico..... 130
Figura 86 – Ocorrências de grau moderado 131
Figura 87 – Ocorrências de grau baixo..... 132
Figura 88 – Detalhes dos *clashes* de grau crítico; (a) Alvenaria de contenção no 1º pavimento; (b) 1º pavimento; (c) Alvenaria de contenção no subsolo 134

Figura 89 – Inconsistências 135
Figura 90 – Subsolo; (a) Laje de piso; (b) Detalhe da intersecção 135
Figura 91 – 1º pavimento; (a) Laje de forro; (b) Detalhe da interseção 136
Figura 92 – Modelo final corrigido..... 137
Figura 93 – Detalhe dos elevadores 137
Figura 94 – *Clash* geométrico de grau crítico 138
Figura 95 – Intervenção corretiva 138
Figura 96 – Elementos de fundação existentes 139
Figura 97 – Modelo final (subsolo)..... 140
Figura 98 – Modelo final (vista de topo)..... 140
Figura 99 – Conectividade entre Ambiente Construído e o Sistema BIM 147
Figura 100 – Fluxo de trabalho BIM mais adequado para o HEMOSC 148
Figura A. 1 – Carta de anuência para autorização da pesquisa 172
Figura B.1 – Solicitação para realização de trabalho/pesquisa científica 173
Figura C.1 – Detalhe das Legendas 174
Figura C.2 – Planta Baixa Subsolo / Estacionamento 175
Figura C.3 – Planta Baixa 1º Pavimento..... 176
Figura C.4 – Planta Baixa 2º Pavimento..... 177
Figura C.5 – Planta Baixa 3º Pavimento..... 178
Figura C.6 – Planta Baixa 4º Pavimento..... 179
Figura C.7 – Plantas Baixas 5º,6º,7º e 8º Pavimentos..... 180
Figura C.8 – Corte AA e Corte BB 181
Figura C.9 – Elevação Frontal e Elevação Lateral..... 182

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Usos BIM ao longo do ciclo de vida da edificação 37
Quadro 2 – Fases da pesquisa construtiva (DSR)..... 54
Quadro 3 – Categorias de usos do HEMOSC 71
Quadro E. 1 – Planilha da ordem de serviços 005/2011 - Pág. 1/3 184
Quadro E. 2 – Planilha da ordem de serviços 005/2011 - Pág. 2/3 185
Quadro E. 3 – Planilha da ordem de serviços 005/2011 - Pág. 3/3 186

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exigências referentes a UF 1 48
Tabela 2 – Exigências referentes a UF 4 49
Tabela 3 – Exigências referentes a UF 5 49
Tabela 4 – Exigências referentes a UF 6 50
Tabela 5 – Exigências referentes a UF 7 50
Tabela 6 – Exigências referentes a UF 8 51
Tabela 7 – Áreas do HEMOSC afetadas pela construção do Bloco 1 89
Tabela 8 – Áreas do HEMOSC afetadas pela construção do Bloco 2 90
Tabela A. 1 – Uso Administrativo (Área total = 299m2) 159
Tabela A.2 – Uso Sangue (Área total = 211m2) 159
Tabela A.3 – Uso Apoio (Área total = 244m2) 160
Tabela A.4 – Uso Público (Área total = 183m2) 160
Tabela A.5 – Uso Circulação (Área total = 719m2) 161
Tabela A.6 – Uso Usuário (Área total = 357m2) 161
Tabela A.7 – Uso Manutenção (Área total = 396m2) 162
Tabela A.8 – Uso Laboratório (Área total = 654m2) 163
Tabela B.1 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 1 164
Tabela B.2 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 4 165
Tabela B.3 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 5 166
Tabela B.4 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 6 166
Tabela B.5 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 7 166
Tabela B.6 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 8 167
Tabela C.1 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 1. 168
Tabela C.2 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 4. 169
Tabela C.3 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 5. 170
Tabela C.4 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 6. 170
Tabela C.5 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 7. 170
Tabela C.6 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 8. 171

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIA – *America Institute of Architects*

BIM – *Building Information Modeling*

CBIC – Câmara Brasileira da Industria da Construção

CEPON – Centro de Pesquisa Oncológica

CAD – *Computer Aided Design*

CHC – Centro Hemoterápico Catarinense

EAS – Estabelecimento Assistencial de Saúde

FM – *Facilities Management*

GSA – *Geral Services Administration of United States*

HEMOSC – Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICP – *Iterative Closest Point*

IFC – *Industry Foundation Class*

IPD – *Integrated Project Delivery*

LaBIM/SC – Laboratório BIM de Santa Catarina

LOD – *Level of Development*

NIBS – *National Building Modelling Standarts*

ND – Nível de Desenvolvimento

PLANASHE – Plano Nacional de Sangue e Hemoderivados

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SMC – *Solibri Model Checker*

SUS – Sistema Único de Saúde

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TQC – *Total Quality Control*

UF – Unidade Funcional

VDC – *Virtual Design and Construction*

2D – Modelo Bidimensional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
2. OBJETIVOS 18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 19
3.1. **Processo de projeto de edificações** 19
3.1.1. Edificações de uso hospitalar 22
3.1.2. Projeto de Reforma 25
3.2. **Captura da realidade** 26
3.2.1. Fotogrametria 26
3.2.2. Termografia 28
3.2.3. 3D Laser Scanning 30
3.3. **Modelagem da informação da Construção (BIM)** 32
3.3.1. Projeto e Construção Virtual (VDC) 34
3.3.2. Os estágios de desenvolvimento BIM 35
3.3.3. Os usos BIM 36
3.3.4. Nivel de Desenvolvimento (ND) 37
3.3.5. Levantamentos manuais de dados existentes na obra (*As-built*) 38
3.3.6. *As-built* BIM 39
3.3.7. *As-is BIM* 40
3.3.8. Compatibilização de projetos 41
3.3.9. *Softwares* open BIM 43
3.4. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC 50/2002)** 44
3.4.1. Elaboração de projetos físicos de EAS 45
3.4.2. Programação físico funcional de EAS 45
3.4.3. Critérios para projetos de EAS 52
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA 53
4.1. **Pesquisa Construtiva (DSR)** 53
4.1.1. Encontrar um problema prático relevante 55
4.1.2. Examinar o potencial da pesquisa 55
4.1.3. Obter conhecimento teórico e prático na área 56
4.1.4. Propor uma solução 57
4.1.5. Implementar e testar a solução 57
4.1.6. Ponderar sobre a sua aplicabilidade 58
4.2. **Fluxo de trabalho** 58

5. OBJETO DE ESTUDO - SEDE DO CENTRO DE HEMATOLOGIA E HEMOTERAPIA DE SANTA CATARINA (HEMOSC) 60
5.1. **Histórico do HEMOSC** 60
5.2. **Aspectos geográficos e estatísticos** 61
5.3. **Desenvolvimento da pesquisa** 63
5.3.1. Captura da realidade por meio da técnica 3D *laser scanning* 65
5.3.2. Modelagem arquitetônica 70
5.3.2.1 Mapeamento dos usos do espaço 70
5.3.3. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC 50/2002) referente às análises da programação físico funcional do HEMOSC 77
5.3.3.1 Resultados 77
6. OBJETO DE ESTUDO - PROJETO DE REFORMA 81
6.1. **Plano Diretor** 82
6.2. **Análises preliminares possibilitadas pelo modelo *As-is* BIM** 88
6.3. **Análises possibilitadas pela nuvem de pontos** 94
6.4. **Análise do atendimento do Projeto de Reforma à RDC 50/2002 quanto ao atendimento físico funcional** 97
6.4.1 Resultados das análises físico funcionais da RDC 50/2002 98
7. INSPEÇÃO TÉCNICA DA SEDE DO HEMOSC 101
7.1. **Coleta de dados** 101
7.2. **Vistoria das fundações do 2º pavimento** 112
8. COMPATIBILIZAÇÃO PRELIMINAR 119
8.1. **Compatibilização inicial no cenário virtual** 119
8.2. **Compatibilização preliminar no SMC** 121
8.2.1. Modelagem do Projeto de Reforma 121
8.2.2. Compatibilização multidisciplinar 124
8.2.3. Validação dos modelos 124
8.2.4. Checagem de conflitos 125
8.3. **Análises dos resultados** 133
9. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA 142
9.1. **Discussão dos resultados decorrentes das análises da sede atual do HEMOSC quanto ao atendimento à programação físico funcional, exigida pela RDC 50/2002** 142
9.2. **Discussão dos resultados decorrentes das análises do Projeto de Reforma do HEMOSC quanto ao atendimento à programação físico funcional, exigida pela RDC 50/2002** 143
9.3. **Discussão dos resultados decorrentes das análises da compatibilização de projeto** 144

9.4. **Discussão sobre a contribuição do BIM ao Ambiente Construído** 145
9.5. **Análises críticas das tecnologias aplicadas** 146
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS 149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 153
APÊNDICE A – Mapeamento de Usos do espaço do HEMOSC 159
APÊNDICE B – Análise da sede atual do HEMOSC quanto ao atendimento às exigências da RDC 50/2002 obrigatórias 164
APÊNDICE C – Análise do Projeto de Reforma quanto ao atendimento às exigências da RDC 50/2002 obrigatórias 168
ANEXO A – Autorização de pesquisa 172
ANEXO B – Solicitação para realização do trabalho 173
ANEXO C – Plantas do Projeto de Reforma do HEMOSC 174
ANEXO D – Especificações do *Laser Scanner* 183
ANEXO E – Coleta de Preços 103/10 184
ANEXO F – Especificações da Máquina Termográfica 187

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, conforme Dezen-Kempter *et al.* (2015), os processos de projeto, construção e gestão contemplam benefícios provenientes das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), como a Modelagem da Informação da Construção (BIM). Entretanto, destacam que a modelagem alcança, prioritariamente, as novas edificações e, neste contexto, afirmam que o índice de novas construções nas grandes cidades tem diminuído enquanto ocorre o aumento do número de reformas e manutenções de edificações existentes, evidenciando assim a relevância de desenvolvimento de estudos mais aprofundados dos possíveis usos do BIM, aplicáveis a esta demanda.

Entretanto, os autores destacam que a captura de dados precisos e a criação de modelos, com a tecnologia BIM, apresentam-se como ferramentas potenciais para produzir um inventário que contemple os requisitos necessários para a reforma e manutenção de edificações.

O levantamento de dados técnicos destas edificações é um processo de engenharia reversa que obtém as informações do objeto real, reconstruindo o projeto e interpretando a ideia anterior à sua realização (DEZEN-KEMPTER *et al.* 2015) e, muitas vezes, esses processos dependem da coleta de informações manuais que contemplem a verificação das condições de edificações como construídas. Porém, esses métodos são pouco eficazes e, segundo Groetelaars e Amorim (2012), as tecnologias de captura de nuvens de pontos apresentam-se como a melhor alternativa para execução destes procedimentos por permitir coletar grande densidade de informações, registrando com precisão os objetos.

A geração das nuvens de pontos, por meio da técnica 3D *laser scanning,* viabiliza a integração da realidade capturada com os *softwares* BIM permitindo que essas edificações sejam inseridas no cenário virtual (atualizando o estado da arte). A modelagem tridimensional paramétrica das edificações possibilita o gerenciamento tanto de suas instalações físicas quanto a de seus ativos. Portanto, representa um processo de inovação e promove uma nova engenharia de valor.

Além de possibilitar a modelagem arquitetônica e das instalações visíveis, as nuvens de pontos permitem a modelagem do entorno e da infraestrutura existente, auxiliando em várias fases do ciclo de vida da edificação.

Neste trabalho será utilizado como objeto de estudo, a edificação do Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina (HEMOSC), unidade Florianopólis e o seu Projeto de Reforma proposto (Figura 1). Nos Anexos A e B apresentam-se a solicitação para realização de trabalho/pesquisa científica e a carta de anuência para autorização de pesquisa, respectivamente, assinadas pelo diretor geral do Hemocentro.

Figura 1 – Planta de situação do HEMOSC



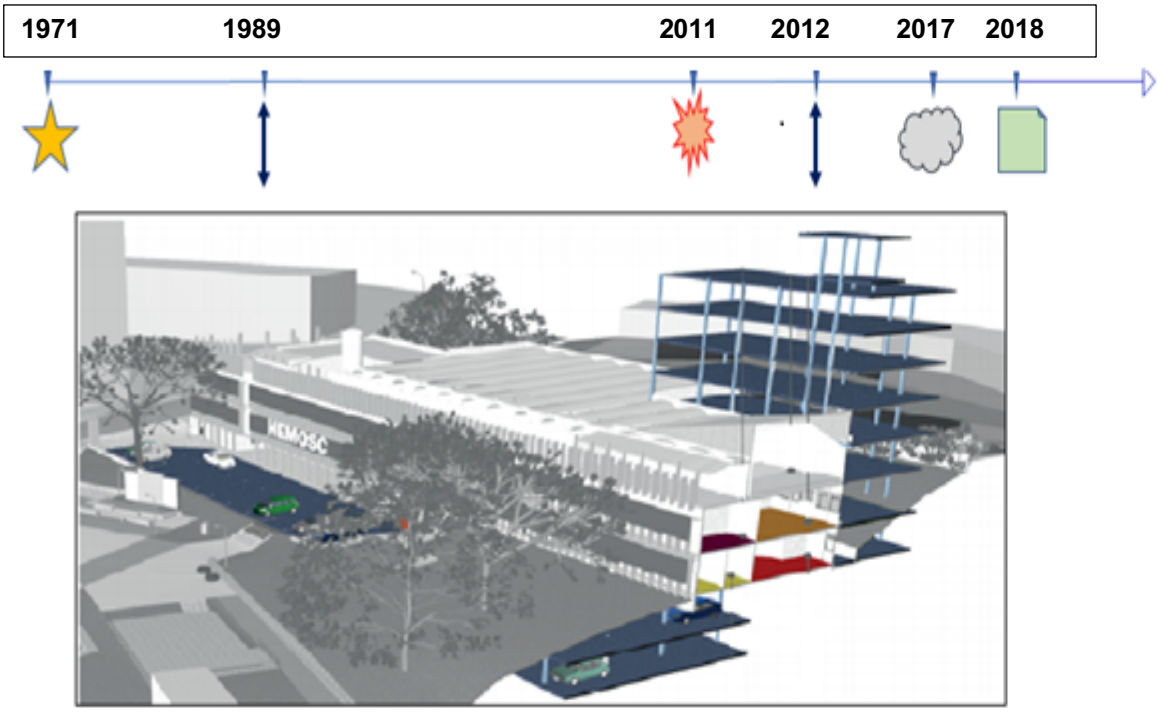
1- HEMOSC
2- Sede administrativa do HEMOSC
3- Colégio Catarinense
4- Maternidade Carmela Dutra
5- Hospital Gov. Celso Ramos
6- Casa de Saúde São Sebastião
7- Praça dos Namorados
8- Praça Esteves Júnior
9- Praça Osvaldo Bulcão Viana
10- Comando 14ª Brigada da Infantaria

Fonte: Gutierrez (2016)

A aplicação da captura da realidade, por meio da técnica 3D *laser scanning,* permitiu a inserção da edificação existente e o seu envoltório, no cenário virtual. A linha do tempo do HEMOSC (Figura 2), inicia-se em 1971, quando a sede atual foi inaugurada. Em 1989 passou pela primeira reforma e, em 2010, embasada no programa de

necessidades desenvolvido pela entidade, foi licitado o Projeto de Reforma (2011) e, entregue em 2012. No ano de 2017, o HEMOSC teve sua realidade capturada viabilizando, sequencialmente, a modelagem de sua arquitetura externa e interna, da topografia do seu terreno, vegetação, infraestrutura existente no local e do seu entorno urbano. Iniciaram-se as análises do Projeto de Reforma arquitetônico proposto (desenvolvido no *software Autocad 2D*) e da sede atual, cujos resultados foram analisados, no cenário virtual, a partir de 2018.

Figura 2 – Linha do tempo da edificação



Fonte: LaBIM/SC, 2017 (adaptado)

O Hemocentro desenvolve atividades contínuas e, embora caracterizada por alta complexidade de instalações, a entidade não possui nenhum projeto original da época da construção (1971) em seu acervo, portanto, nesse estudo, a problemática envolve o estudo da exequibilidade de um Projeto de Reforma arquitetônico proposto à um EAS, em atividade, sem que os estudos de engenharia da edificação existente fossem realizados e, sem que os Projetos de Reforma das disciplinas complementares, fossem elaborados.

As análises das possíveis interferências entre a solução arquitetônica proposta e a atual sede do Hemocentro são fundamentais para evidenciar que, quando a técnica sobrepõe à idealização, a linha de conflitos torna-se evidente a ponto de levantar questionamentos e inviabilizar a solução proposta. Neste sentido, a pesquisa contribui na criação um *constructo*, representado pelo processo de trabalho BIM/VDC aplicado ao Ambiente Construído. A possibilidade de identificar e antecipar problemas decorrentes de soluções ineficazes, especialmente na esfera pública, evitam desperdícios e, consequentemente, prejuízos à sociedade.

O tema é inovador uma vez que os modelos BIM, gerados pela captura da realidade, são utilizados atualmente no processo de obtenção e gerenciamento das informações do Ambiente Construído. Neste contexto, a modelagem da informação da construção tem sido alvo de grande interesse comercial nos processos de gestão operacional. Sobretudo, pela exposição de suas instalações à dinâmica urbana e às constantes adequações normativas, relacionadas aos seus respectivos usos de forma essencial e cíclica. Da mesma forma, para as universidades que buscam, constantemente, aprimoramento dos processos de gestão.

Socialmente, a contribuição da metodologia BIM tem ocorrido na gestão pública onde os editais são referenciados nos padrões de arquivos neutros de interoperabilidade BIM, garantindo o princípio da isonomia (Decreto nº 9.983 de 2019). Desta forma, exclui-se privilégios (discriminações de *softwares* proprietários) aumentando o grau de competitividade e princípio do julgamento objetivo.

Os benefícios da aplicabilidade do sistema BIM, ao Ambiente Construído, podem ser de diversas naturezas. Neste contexto, destacam-se as contribuições possibilitadas pelas simulações nas fases de desenvolvimento de soluções e construtiva, associadas à fase operacional do Ambiente Construído. A antecipação de interferências, na fase preliminar de projeto, fundamenta as análises críticas inclusive, na escolha do Partido Arquitetônico, agregando um ganho real de valor nos processos de contratação de Projetos de Reforma. Uma vez que as informações técnicas do Ambiente Construído, são reveladas pelo cenário BIM/VDC, as intervenções são propostas ainda na etapa preliminar dos projetos complementares.

Especialmente na esfera pública, esta prática, poderia evitar o desperdício do dinheiro público e inúmeros imprevistos, que geram aditivos de contratos, durante a fase construtiva do Projeto de Reforma.

A dissertação terá a seguinte estrutura: no capítulo 1 será feita a introdução ao tema e justificativa da escolha; o capítulo 2 será destinado aos objetivos; no capítulo 3 será tratada a revisão bibliográfica; o capítulo 4 será dedicado ao método utilizado na pesquisa; no capítulo 5 será especificado, detalhadamente, o objeto de estudo (HEMOSC); no capítulo 6 será apresentado o Projeto de Reforma do HEMOSC; no capítulo 7 serão relatados os dados coletados nas instalações da sede do HEMOSC; no capítulo 8 serão demonstradas as interferências entre o Projeto de Reforma e a sede atual do HEMOSC; o capítulo 9 contemplará as análises dos resultados obtidos nos capítulos anteriores e no capítulo 10 serão feitas as considerações finais.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desse estudo é analisar o Projeto de Reforma de um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), utilizando diferentes técnicas de captura da realidade e o BIM/VDC. Para atingir este objetivo proposto serão abordados os seguintes objetivos específicos:

a) Avaliar a sede atual do HEMOSC, quanto ao atendimento à programação físico funcional exigida pela Resolução da Diretoria Colegiada nº 50 (RDC 50/2002);
b) Avaliar o Projeto de Reforma arquitetônico do HEMOSC, quanto ao atendimento à programação físico funcional exigida pela Resolução da Diretoria Colegiada nº 50 (RDC 50/2002);
c) Identificar as possíveis interferências causadas pela implementação do Projeto de Reforma proposto à atual sede do HEMOSC;
d) Identificar as contribuições das tecnologias aplicadas para o Ambiente Construído;
e) Identificar as limitações e dificuldades das novas tecnologias utilizadas.

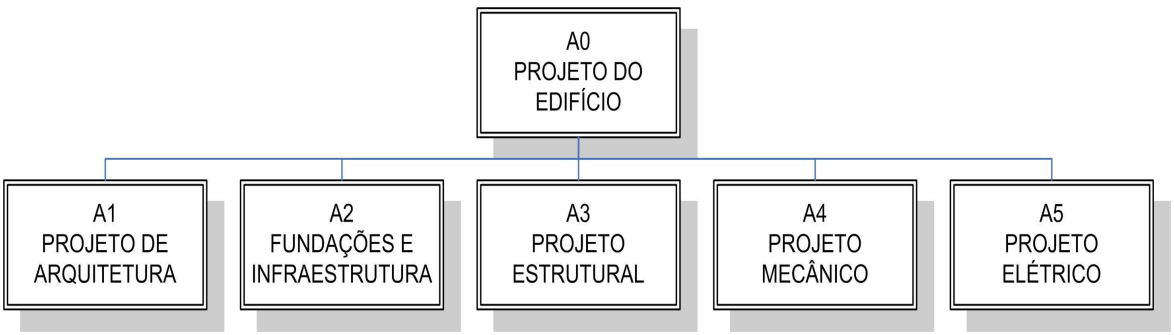
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se os tópicos que fundamentam, teoricamente, o estudo. Primeiramente, serão exibidas as premissas que envolvem a temática do processo de projeto de edificações e dos projetos de reforma nos estabelecimentos assistenciais de saúde. Sequencialmente, serão abordadas as técnicas de captura da realidade utilizadas no presente trabalho. Posteriormente, serão contemplados os conceitos de Modelagem da Informação da Construção (BIM) e do Projeto e Construção Virtual (VDC) e finalmente, será descrita a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 (RDC 50/2002), aplicada às atividades desenvolvidas nesse estudo.

3.1. **Processo de projeto de edificações**

De acordo com Melhado (2002) o processo de projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, destacando dentre outros, o desenvolvimento do programa de necessidades e do projeto do produto. Segundo Sebastian *et al.* (2001) o desenvolvimento de projetos deve evoluir a partir de abordagens multidisciplinares envolvendo as especialidades arquitetônica, fundações e infraestrutura, estruturas e instalações diversas (Figura 3), simultaneamente. Os autores afirmam que a engenharia simultânea ressalta a importância da integração multidisciplinar, como elemento chave no processo de projeto.

Figura 3 – Integração multidisciplinar



Fonte: Sebastian *et al.* (2001, p. 184)

O gerenciamento de projeto precisa se tornar o catalisador e facilitador dos processos sociais no trabalho em equipe. Novaes *et al.* (2008), discorrem que algumas das diretrizes básicas, devem contemplar a organização das etapas de desenvolvimento de projetos, para que sejam analisadas as soluções técnicas propostas pelos projetistas de arquitetura e projetos complementares, visando o melhor desempenho da edificação além, da compatibilização e definição de variáveis dos projetos de arquitetura, estrutura e instalações. Segundo Naveiro (2006) essas análises, durante a progressão do processo de projeto, podem ser beneficiadas pela aplicação de linguagens semânticas, gráficas, analíticas ou maquetes e protótipos, beneficiando o processo de tomada de decisões.

Barbosa (2013) apresenta o fluxo de etapas de coordenação de projeto caracterizando, na sua fase inicial o “Estudo Preliminar”, abordando atividades como estudos do terreno e do projeto arquitetônico, com destaque para o levantamento planialtimétrico, estudo de massa, análise da vizinhança, especificação de fundações, viabilidades técnicas, dentre outros.

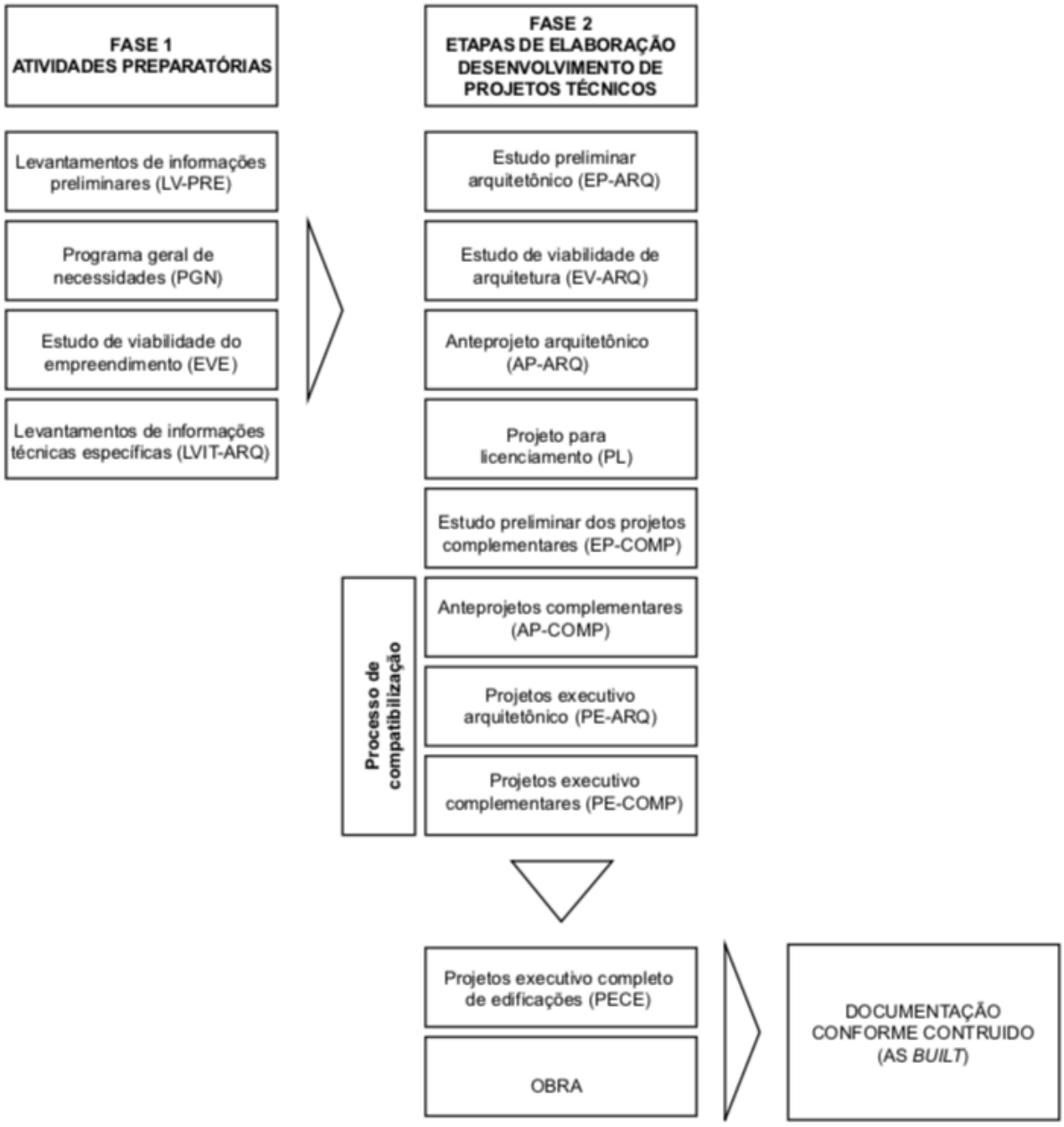
De acordo com Rodriguez *et al.* (2003) o Estudo Preliminar de arquitetura, deve contemplar uma primeira apreciação da solução estrutural e deverá conter informações como a malha estrutural, posicionamento e pré-dimensionamento de pilares e vigas, tipologia de lajes e tipo de fundação a ser empregada.

Segundo a ABNT/NBR 16.636-2:2017 (ABNT, 2017), que estabelece os critérios para a elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos, os projetos são desenvolvidos por um meio de abordagem evolutiva caracterizada por etapas e fases. No entanto, ressalva que esta evolução deve ocorrer de forma simultânea com as atividades complementares de diversas especialidades, que demandam ser de natureza coordenada e integrada. Na Figura 4 ilustra-se as fases dos projetos arquitetônicos e os seus inter-relacionamentos com os demais projetos complementares da edificação.

Borges (2016) destaca que durante a atividade projetual de uma edificação, os engenheiros e arquitetos utilizavam, fundamentalmente, a linguagem gráfica mas que, os modelos tridimensionais permitiam que as ideias fossem visualizadas, com maior

clareza, facilitando a compreensão multidisciplinar e, consequentemente elevando o grau de decisões acertadas.

Figura 4 – Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação



Fonte: ABNT/ NBR 16.636-2 (2017, p. 13)

Para Góes (2004), os projetos de instalações prediais não implicam em grandes dificuldades nos usos residenciais e comerciais, porém nos usos hospitalares se tornam extremamente complexas podendo, inclusive, comprometer o projeto

proposto. Para se evitar grandes dificuldades, a equipe multidisciplinar responsável pelo desenvolvimento de projetos hospitalares deve contemplar profissionais especializados nos projetos de arquitetura, estruturas, instalações elétricas, hidrossanitárias, ar-condicionado, gases medicinais, entre outros, que devem ser compatibilizados para que se possam evitar interferências.

De acordo com Corbioli (2000) o desenvolvimento de edificações hospitalares se caracteriza por elevada complexidade. Além das questões comuns em projetos arquitetônicos, é necessário considerar diversos conceitos, como capacidade de expansão e flexibilidade, para acompanhar os avanços da área médica e comportar a inserção de novas tecnologias. Outro fator importante é a previsão da manutenção, como o tratamento de pacientes que não pode ser interrompido, essas atividades devem ser previstas em projeto, com o objetivo de minimizar, ao máximo, interferências no funcionamento dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).

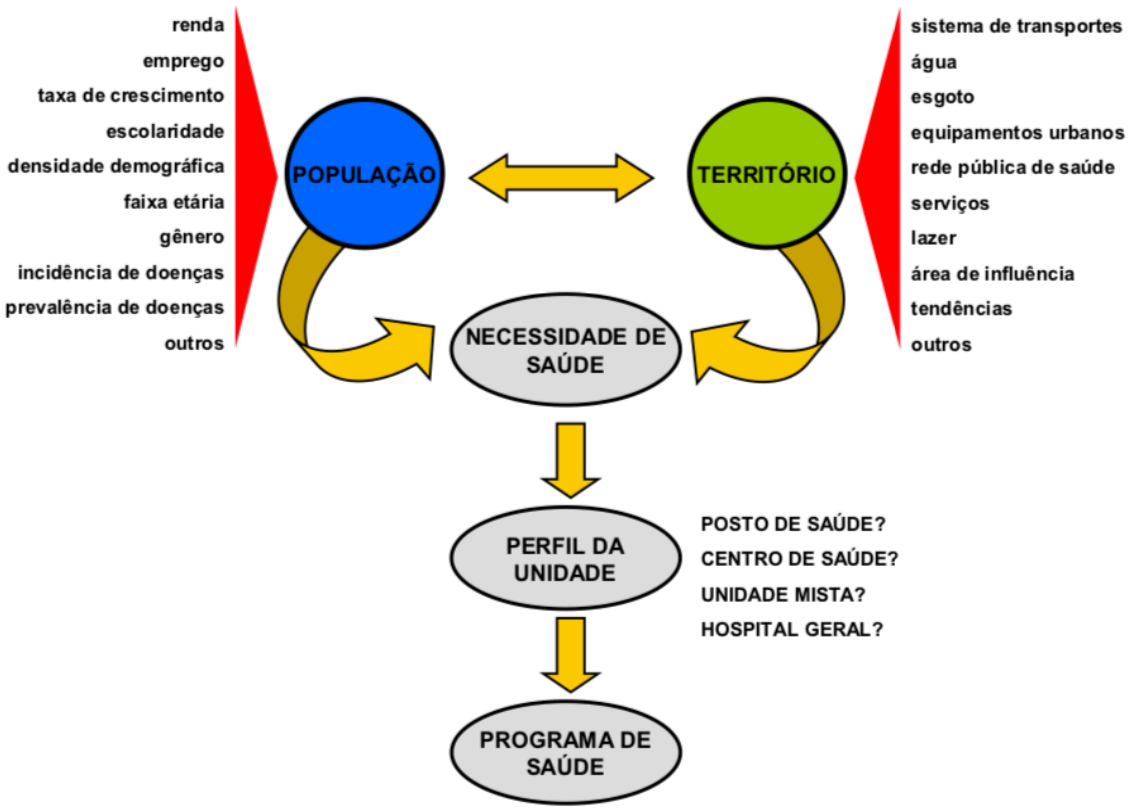
3.1.1. Edificações de uso hospitalar

Conforme Costeira (2014), a concretização dos moldes do novo Sistema Único de Saúde (SUS) foi estabelecida a partir da chamada Lei Orgânica da Saúde (1990), quando ocorreu a descentralização dos serviços de assistência à saúde. O novo modelo preconizado causou impacto na implantação física dos EAS, exigindo uma nova abordagem para a arquitetura destas instituições.

A autora ainda ressalta que a busca de uma metodologia para o desenvolvimento dos novos projetos para os EAS, evidenciou a necessidade de compatibilizar a arquitetura, caracterizada pelo uso hospitalar às novas tecnologias específicas do setor (sistemas complementares caracterizados por maior complexidade), de forma que a nova estrutura contemplasse também, a humanização dos seus ambientes, em acordo a Lei Orgânica da Saúde.

Limeira (2006) destaca que a elaboração do projeto arquitetônico dos EAS deve harmonizar o plano de necessidades (aspectos populacionais e de infraestrutura) e as atividades específicas dos estabelecimentos que variam de acordo com o perfil da unidade, podendo ser classificado em várias categorias (Posto de Saúde, Centro de Saúde, Unidade Mista ou Hospital Geral) como ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Subjetividades dos EAS



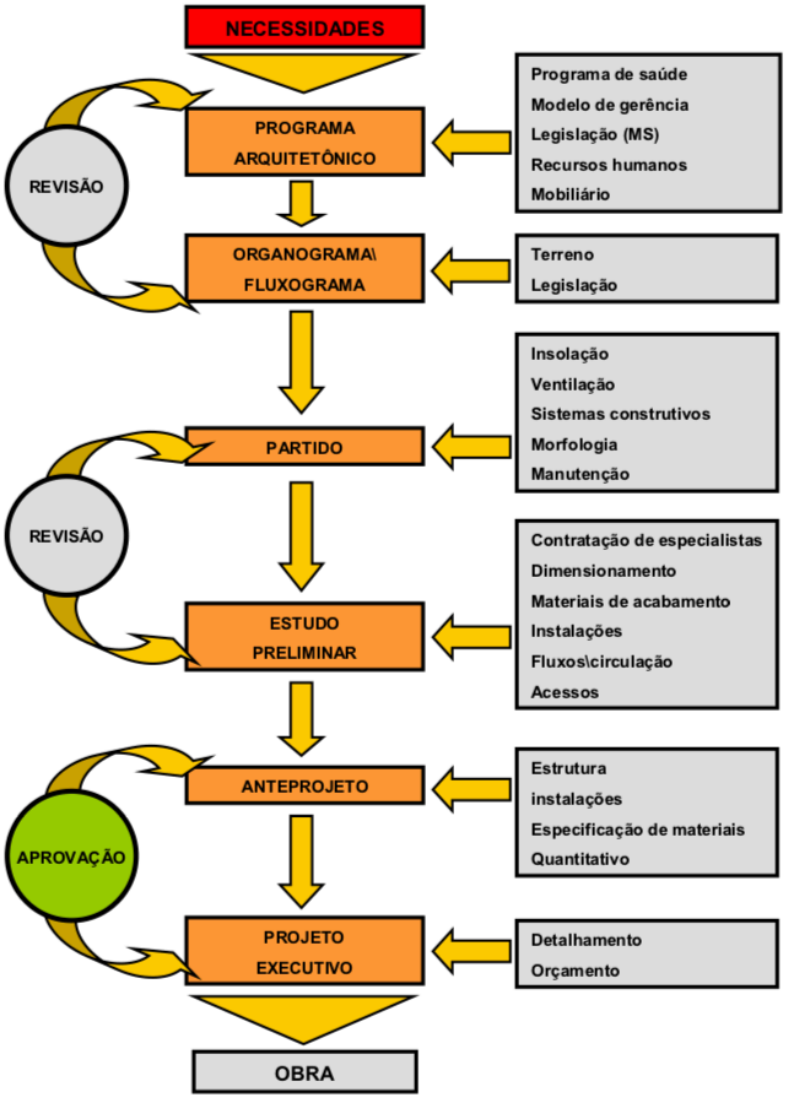
Fonte: Limeira (2006, p.81)

De acordo com Limeira (2006) quando se elabora um projeto arquitetônico levando-se em consideração o plano de necessidades da população e do território, ocorre a identificação precisa das características do espaço a ser projetado, contemplando acessibilidade, segurança e conforto dos pacientes e dos demais usuários, além de permitir o alcance da eficiência da atividade profissional e a adequação espacial dos equipamentos específicos (garantido a demanda de cada EAS). A autora destaca que, no processo de elaboração do projeto arquitetônico, as informações devem ser revisadas pelos profissionais envolvidos (plano de necessidades), determinante para nortear o arquiteto na definição do projeto arquitetônico; do sistema construtivo e da especificação dos materiais.

Na Figura 6, a autora apresenta as etapas do projeto dos EAS, desde o plano de necessidades até o projeto executivo. Ressalta-se que as informações referentes aos

sistemas construtivos e outras abordagens, específicas ao uso hospitalar, abastecem a etapa que antecede o Estudo Preliminar.

Figura 6 – Etapas do processo de projeto dos EAS



Fonte: Limeira (2006, p. 83)

De acordo com Karman (2011) as obras arquitetônicas de instituições de saúde possuem demandas e necessidades que as sujeitam à constantes e substanciais mutações físicas, funcionais e operacionais e estão expostas a vários tipos de intervenções, como reformas e novas obras.

3.1.2. Projeto de Reforma

De acordo com Costeira (2014) a criação do Sistema Único de Saúde (SUS), coerente à nova Constituição Brasileira (1988), causou grande impacto na implantação física dos EAS. A busca por uma metodologia para projeto e construção de estabelecimentos de saúde apontaram para a necessidade de compatibilização entre a tecnologia médica e de apoio ao diagnóstico e, as terapias presentes nestas estruturas, além da humanização dos seus ambientes. A autora discorre que, para promover as adequações que se fizerem necessárias, é importante preservar a integralidade dos EAS no atendimento contínuo à saúde a todos os segmentos da população; pacientes, usuários, acompanhantes e funcionários, durante as intervenções propostas, com o objetivo de evitar comprometimentos na prestação de serviços à população.

De acordo com a norma de reforma em edificações ABNT/NBR 16280:2015, (ABNT, 2015, p. v) "O envelhecimento das obras construídas impõe determinados processos, por segurança, perda de função ou qualidade, que devem ser conduzidas com base em requisitos bem definidos". Destacando ainda que:

> "Mudanças econômicas e culturais trazem necessidades que podem levar a processos de alteração das construções. Contudo, estas transformações devem preservar a segurança das edificações, seus usuários e o entorno impactados" (ABNT/NBR 16.280:2015, p. v).

Portanto, o tema reforma de edificações tem grande relevância na sociedade à medida que, com a existência de demanda, do crescimento populacional e a urbanização de novas regiões, são necessárias interveções, ampliações e adaptações nas edificações existentes.

Para atender à essa demanda a norma brasileira ABNT/NBR 16.280:2015 (ABNT, 2015) estabelece os requisitos para os sistemas de gestão de controle de processos, projetos, execução e segurança tais como, planejamento, projetos e análises técnicas de implicações da reforma na edificação pré-existente; segurança da edificação, do entorno e de seus usuários e registro documental da situação da edificação antes da reforma, dos procedimentos utilizados e do pós-obra de reforma.

De acordo com Bretas (2010), o levantamento de dados é um procedimento relevante no processo de projetos de reformas que tem como objetivo, definir as diretrizes técnicas que fundamentarão o programa de necessidades do ambiente construído. As edificações em uso, que passarão pelo processo de reforma, podem ser beneficiadas por estas diretrizes, uma vez que incompatibilidades podem ser antecipadas, evitando-se possíveis interferências da fase construtiva da reforma à fase operacional da edificação.

3.2. **Captura da realidade**

De acordo com Cortizo (2007) toda e qualquer intervenção para conservação, adaptação, reforma ou re-uso de uma edificação deve começar pela análise do estado da arte e a situação ideal é que sejam usadas técnicas não destrutivas tais como, a fotogrametria, termografia e 3D *laser scanning*. Nos subitens 1.2.1 a 1.2.3 são descritas essas três técnicas.

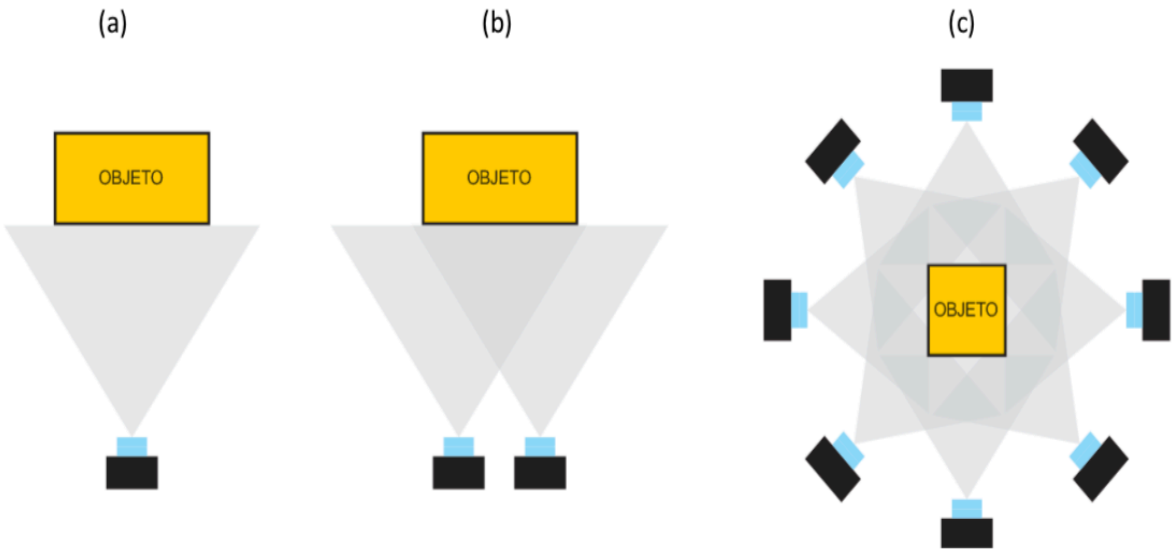
3.2.1. Fotogrametria

Desde o século XIX o cientista e político François Arago já defendia a importância da produção de imagem para a ciência, no campo da arqueologia, astronomia, fotometria, topografia, medicina, dentre outros (OLIVEIRA, 2008). A constatação da utilidade da fotografia para uso documental e científico era tão evidente que, a fotografia rapidamente se impôs como uma ferramenta da ciência moderna. Segundo Groetelaars (2012) a técnica fotogramétrica permite extrair das fotografias, as formas, as dimensões e as posições dos objetos. Os métodos fotogramétricos sofreram grandes transformações desde os primeiros anos de seu desenvolvimento, em meados do século XIX. A fotogrametria digital permitiu a simplificação do processo de restituição, antes realizado por pessoal altamente especializado e por equipamentos de custos elevados, em suas formas analógicas e analíticas.

A Fotogrametria pode ser classificada em três tipos: Terrestre, quando o sensor fotográfico está posicionado sobre ou próximo à superfície da Terra, sendo

empregada em aplicações como arquitetura, arqueologia, engenharia, medicina, dentre outros; Aérea ou aerofotogrametria, quando a câmera é transportada por aeronaves, balões, helicópteros ou veículos aéreos não tripulados (VANT) e Orbital, cujos sensores estão posicionados em satélites para o levantamento de grandes áreas terrestres, podendo substituir, em alguns casos, a fotogrametria aérea, graças aos avanços tecnológicos e ao aumento da resolução das imagens de satélite. As tomadas fotográficas (Figura 7) são classificadas como Monorrestituição (Figura 7(a)), Estereorrestituição (Figura 7(b)) e Restituição de múltiplas fotografias convergentes (Figura 7(c)).

Figura 7 – Tomadas fotográficas



Fonte: Grootelaars (2015, p.70)

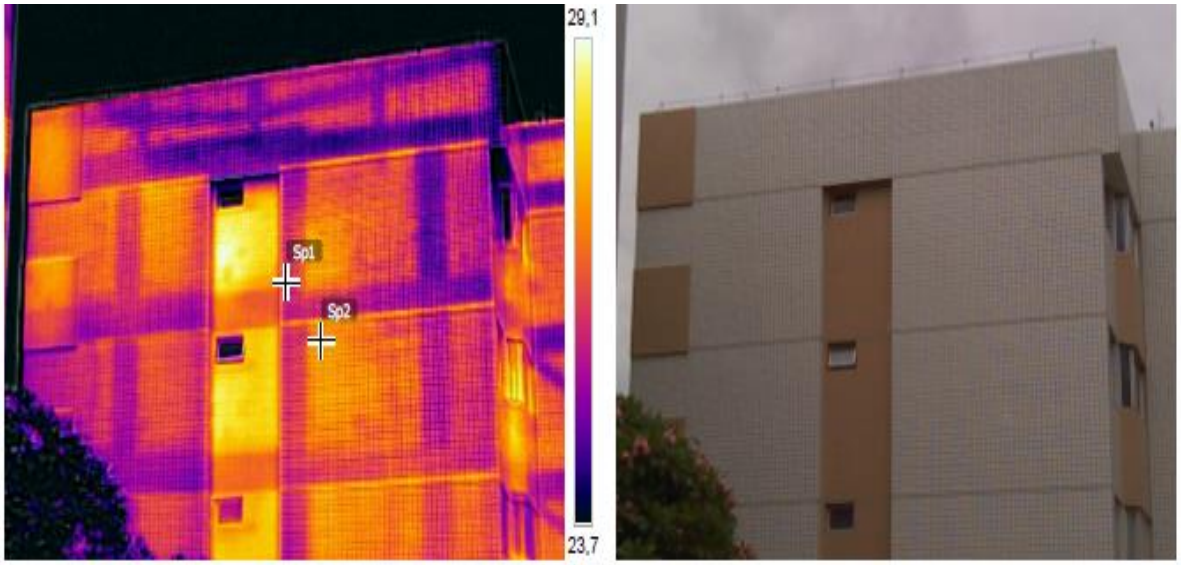
A monorrestituição (Figura 7a) é um processo caracterizado por apenas uma fotografia para obtenção de desenhos, fotos retificadas e modelos geométricos de objetos com determinadas características, como: formas planas, objetos tridimensionais com arestas paralelas e perpendiculares entre si. A Estereorrestituição (Figura 7b) baseia-se na utilização de pares de fotografias paralelas ou com pequenas inclinações entre si, obtidas de diferentes posições gerando grandes áreas de sobreposição e, neste contexto, representa o método mais adequado para o levantamento de formas complexas e irregulares. Já na Restituição de múltiplas

fotografias convergentes (Figura 7c), fotografa-se o objeto de diversas posições, onde cada ponto deve ter, no mínimo, 3 fotografias convergentes (ângulos entre si variando de 45 a 90 graus) e representa o método mais adequado para objetos com propriedades geométricas bem definidas e que permitam a identificação interativa dos pontos homólogos nas várias fotografias.

3.2.2. Termografia

A termografia tem sido utilizada no segmento AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operaçao), especialmente, nos estudos de manifestações patológicas, nas inspeções térmicas do entorno de novas obras, no controle e preservação do patrimônio histórico e nos processos de engenharia reversa. Como exemplo de aplicação, apresenta-se na Figura 8(a) um registro termográfico da estrutura do edifício apresentado na imagem fotográfica da Figura 8(b).

Figura 8 – Registro termográfico



(a) (b)

Fonte: Kersul (2014, p. 34)

Para obter o imageamento térmico é necessário haver transferência de calor e, de acordo com Incropera (2003), sempre que existir uma diferença de temperatura em

um meio ou entre meios diferentes ocorre, necessariamente, transferência de calor por radiação, condução ou convecção.

De acordo com Cortizo (2007), a termografia é a percepção da temperatura superficial de um corpo, uma vez que toda temperatura acima do Zero Absoluto emite radiação térmica.

Segundo Holst (2000), deve haver um diferencial de temperatura entre o alvo e o meio, pois somente neste caso será possível ocorrer uma diferenciação entre eles. O autor ainda afirma que os resultados obtidos com a termografia baseiam-se na distribuição de temperaturas superficiais dos elementos visualizados, analisados pela medição espacial da radiação térmica emitida pela sua superfície. Essa distribuição, conforme Holst (2000), é representada por meio do termograma e utilizando-se das escalas denominadas paletas, visualiza-se as informações térmicas captadas. As respostas térmicas das superfícies variam segundo a alteração das condições ambientais, ou seja, o resfriamento, o aquecimento da superfície e a variação da umidade relativa do ar. A superfície externa, exposta a radiação solar, apresenta resolução visual melhor no período de resfriamento, enquanto a superfície interna, não exposta diretamente, apresenta melhor resolução visual exatamente no período de aquecimento.

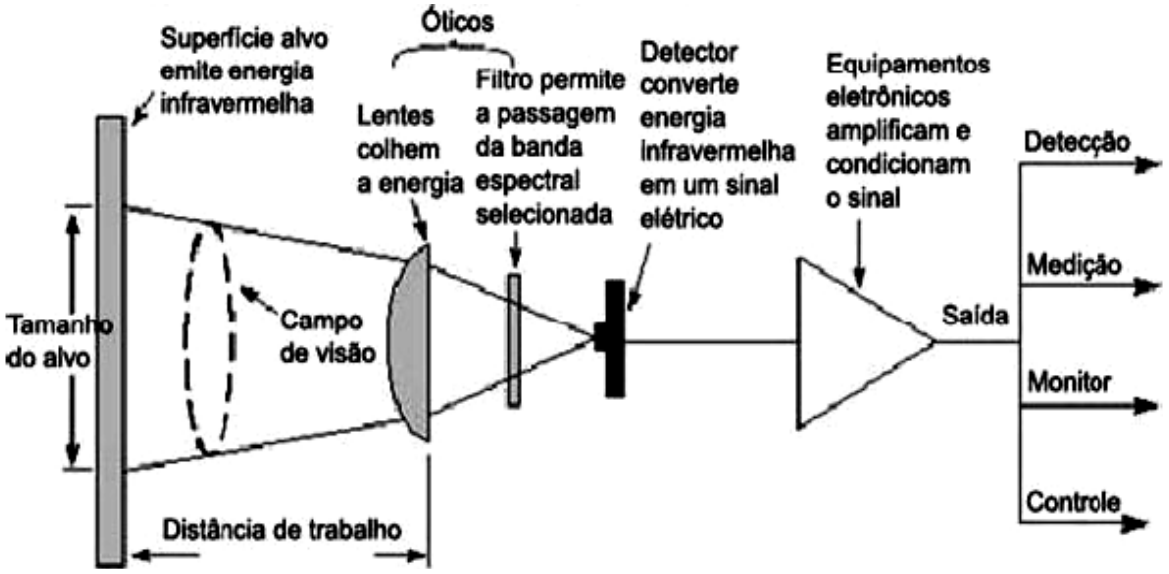
Na Figura 9 apresenta-se a configuração básica de um equipamento termosensor de radiação infravermelha que utiliza estruturas detectivas de temperatura, sistemas ópticos e tratamento de imagem (digitalização e produção) capazes de transformar a energia irradiada em sinais elétricos proporcionais a temperatura da superfície do corpo. Maldague ainda ressalta que:

> “Um detector de infravermelho é o coração de todo sistema infravermelho e imageamento digital, qualquer que seja sua configuração. Detectores infravermelhos podem sentir a energia radiante infravermelha e produzir usualmente um sinal elétrico proporcional a temperatura superficial do corpo” (MALDAGUE, 2001, p. 274).

A formação da imagem demonstra a forma de apresentação térmica permitindo a observação direta da distribuição de calor na superfície dos alvos estudados.

Segundo Veratti (1992), o equipamento infravermelho só irá distinguir um objeto contra um plano de fundo se houver contraste suficiente entre ambos. O autor ainda afirma que o contraste é definido como a diferença entre a intensidade de radiação proveniente do objeto e do plano de fundo. A capacidade do equipamento em distinguir entre dois pontos na imagem é chamada de Resolução Geométrica ou Resolução Óptica do Sistema, portanto, para garantia de uma imagem de boa qualidade são necessários contraste térmico, sensibilidade e boa resolução.

Figura 9 – Configuração básica do termômetro de radiação infravermelha



Fonte: Maldague (2001, p. 273)

Maldague (2001) apresenta duas técnicas para o método não destrutivo de registro de imagem obtida pela radiação térmica; as técnicas passivas, nas quais os materiais já contêm armazenamento interno de energia térmica ou são estimulados por uma fonte natural de calor (energia solar) e as técnicas ativas, que têm como característica o estímulo artificial de aquecimento ou resfriamento dos materiais, com o objetivo de causar o fluxo de calor e o gradiente térmico necessário para análises.

3.2.3. 3D *Laser Scanning*

Os aparelhos de *laser scanner* emitem ondas eletromagnéticas que, ao atingirem uma superfície, determinam sua posição espacial (GIACOMIN; GONÇALVES, 2017)

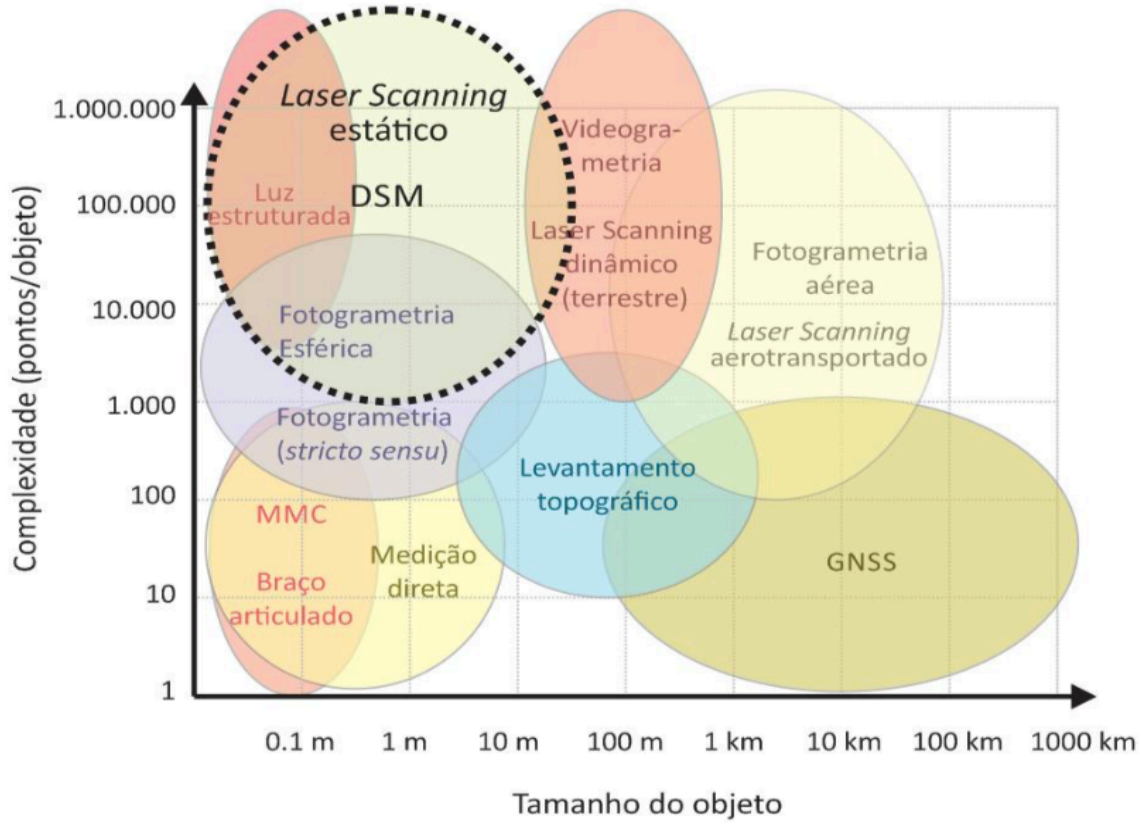
gerando as nuvens de pontos que, por sua vez, são caracterizadas por um conjunto de coordenadas que representam a superfície externa de um objeto real. Os pontos se identificam como coordenadas x, y, z e representam a superfície de um objeto. Para o registro destas imagens utiliza-se o *Iterative Closest Point* (ICP) que é um processo iterativo que estabelece uma relação entre as distâncias entre pontos que compõem as imagens (BESL e MCKAY, 1992). O algoritmo atua em diversas etapas para encontrar os pontos correspondentes, mais próximos, entre duas imagens formadas por nuvens de pontos (RUSINKIEWICZ e LEVOY, 2001).

De acordo com Groetelaars (2015) a técnica 3D *laser scanning* permite realizar a varredura das superfícies externas dos objetos (visíveis pelo olho humano), sendo adequada para o levantamento rápido e preciso de objetos de diferentes dimensões e níveis de complexidade. A autora discorre que existe grande diversidade de tipos de aparelhos *laser scanners* disponíveis no mercado, variando em função da tecnologia utilizada como tempo de vôo, diferença de fase ou triangulação, posicionamento do sistema (terrestres ou aerotransportados). A escolha do tipo mais adequado de *laser scanner*, depende, essencialmente, do tamanho do objeto a ser levantado e da distância entre o objeto e o equipamento.

Na Figura 10 apresenta-se o gráfico de análise de eficácia de algumas técnicas de captura da realidade como o Levantamento topográfico, *Laser scanning* estático DSM (*Digital Surface Models*), *Laser scanning* dinâmico (terrestre), *Laser scanning* aerotransportado (Sistema de Navegação Global por Satélite/GNSS), Fotogrametria *stricto sensu*, Fotogrametria esférica, Fotogrametria aérea, Máquinas de medir por coordenadas (MMC), Braço articulado, Medição direta, Luz estruturada e a Videogrametria.

Segundo Groetelaars (2015) a técnica 3D *Laser scanning* estática destaca-se pela maior abrangência no levantamento na escala da edificação, especialmente nos casos de maior complexidade dos objetos. De acordo com Dezen-Kempter *et al.* (2015) o modelo 3D obtido das nuvens de pontos constitui a base para a criação do modelo de informações de construção (BIM) além de ser uma eficiente ferramenta para produzir um investigatório abrangente que considere diversos requisitos para análises.

Figura 10 – Equipamentos de captura



Fonte: Grotelaars (2015, p.93)

3.3. **Modelagem da informação da Construção (BIM)**

O BIM *Handbook* define Modelagem da Informação da Construção como sendo:

> "Modelagem da Informação da Construção (em *inglês Building Information Modeling* – BIM) é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção" (EASTMAN ET AL.., 2014, p. 1).

A *United States General Services Administration* (GSA) descreve BIM como sendo o desenvolvimento e o uso de um modelo digital de dados, não apenas para documentar o projeto de uma construção, mas também para simular a construção e a operação de uma nova construção ou de uma instalação já existente que se deseje

modernizar. A partir desse conjunto de dados, vários usuários podem extrair visões apropriadas para a realização das suas análises específicas e o embasamento dos seus correspondentes *feedbacks* que possibilitam a melhoria da concepção do projeto.

O *National Building Information Modeling Standards* (NIBS) caracteriza BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento que viabiliza a obtenção de informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para que decisões sejam tomadas durante seu ciclo de vida, definido desde a sua concepção até a demolição.

De acordo com Lee *et al.* (2013) a principal motivação para a adoção de BIM é a sua ligação a várias aplicações e tecnologias que possibilitam suporte a diferentes propósitos em empreendimentos do setor da construção, tais como: modelagem 3D, visualização, desenhos para construção / fabricação, simulações de energia, análises de engenharia, orçamentos, planejamento das etapas da obra, revisões de construtibilidade, detecção de interferências, integração e gerenciamento de facilidades.

Para Eastman (2014), o BIM é uma metodologia que possui diversos processos atrelados a todo desenvolvimento, produção e operação de um empreendimento. Afirma ainda que essa metodologia está em ascensão mundial e que os usuários que superaram a curva de aprendizado vivenciam oportunidades de incremento com desenvolvimento de aplicações em processos especializados e específicos.

De acordo com Scheer *et al.* (2015), o BIM deve ser entendido como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimento de construção envolvendo, desde os momentos iniciais de definição, concepção, detalhamento, planejamento, orçamentação, construção, evoluindo até a ocupação e operação. Segundo Succar (2009) o BIM é um conjunto de integração entre políticas, processos e tecnologias gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto, no formato digital, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação.

3.3.1. Projeto e Construção Virtual (VDC)

Ruschel e Gaspar (2017) afirmam que entre os termos mais novos referenciados ao BIM, adotados por parte da academia no período entre 2001 e 2016, o Projeto e Construção Virtual (em inglês, *Virtual Design* an*d Construction* - VDC) é o que mais se destaca. Succar (2009) já apontava a existência de diversos termos utilizados pela academia e indústria com a mesma conotação do termo BIM, inclusive o VDC.

Kam e Fischer (2004) afirmam que a modelagem e simulação por meio de projeto e construção virtual permitem alternar rapidamente entre escolhas de projeto, prever e quantificar o comportamento dos objetos com o objetivo de avaliar alternativas antes de tomar decisões importantes. Para tanto, na interpretação dos autores, o VDC se baseia na modelagem orientada a processos, modelagem do produto (*product model*) e simulação da construção.

Em uma visão mais ampla do BIM, os autores Fischer e Kunz (2009) discorrem que Projeto e Construção Virtual (VDC) pode ser definido como uma simulação digital da integração multidisciplinar dos dados e parâmetros do projeto, suas classificações e seus processos de desenvolvimento, contemplando as informações para todas as partes interessadas no projeto.

Conforme o BIM *Dictionary*, todos os passos das montagens podem ser ensaiados previamente nos computadores, com a utilização de processos de Projeto e Construção Virtual (VDC), garantindo alto nível de confiabilidade e previsibilidade aos projetos e especificações. A maior precisão proporcionada pela tecnologia BIM pode ainda ser combinada com soluções de captura da realidade e, então, garantir maior controle e previsibilidade nos processos de pré-fabricação e montagem.

Sacks *el al.* (2010) discorrem que o termo VDC guarda semelhança de significado com o BIM e ainda destacam possibilidades de integração entre BIM e *Lean Construction,* confirmando que o Projeto e Construção Virtual (VDC) pode ser tratado como uma representação do BIM, ou de aspectos do BIM, dadas as similaridades nos princípios e tecnologias que os sustentam.

3.3.2. Os estágios de desenvolvimento BIM

Succar (2009) aponta que a adoção completa do paradigma BIM não ocorre de imediato, mas sim, ao longo de estágio de desenvolvimento, saindo do Pré-BIM, evoluindo para o BIM 1, depois para BIM 2, e finalmente alcançado o BIM 3 (Figura 11). De acordo com o autor, a transição entre esses estágios acontece quando os três campos fundamentais do BIM (políticas, processos e tecnologias) se interagem completamente, em cada etapa.

O Pré-BIM é o estágio que antecede os processos de modelagem multidisciplinar em BIM. Ruschel *et al.* (2013) classificam o nível do BIM 1 de Succar (2009) como um estágio introdutório, onde a ênfase está na modelagem paramétrica, caracterizado pela modelagem baseada em objetos e, geralmente envolve uma única disciplina de projeto no desenvolvimento do modelo 3D. Nesse estágio, a modelagem fica restrita a uma fase específica do processo (projeto, construção ou operação). Apesar do processo ser interativo e sequencial, a comunicação ainda acontece de forma assíncrona. Os produtos resultantes desse estágio de adoção de BIM estão relacionados a visualização 3D e a extração de dados geométricos precisos, a partir do modelo.

No BIM 2, segundo estágio de adoção, de acordo com Succar (2009) a ênfase está no compartilhamento multidisciplinar do modelo entre uma ou duas fases do processo de projeto, envolvendo até duas disciplinas ou dois agentes diferentes, como, por exemplo, arquitetura e estrutura. Esse estágio é caracterizado pela colaboração baseada em modelos. O processo também é interativo e ainda assíncrono, mas com melhoria na interoperabilidade entre os agentes envolvidos. Os produtos resultantes desse estágio de adoção de BIM são modelos com quarta dimensão (tempo associado ao planejamento da obra) e quinta dimensão (modelo de previsão de custos), compatibilização do modelo por meio do processo de verificação de conflitos (*clash detection*) e, consequentemente, da qualidade das informações extraídas do modelo.

No terceiro estágio de adoção (BIM 3) conforme Succar (2009), a ênfase está na criação compartilhada e colaborativa do modelo da edificação, em todo o processo

do empreendimento, envolvendo as fases de concepção, construção e operação, e as múltiplas disciplinas da área da AEC. Este estágio é caracterizado pela integração em rede.

Figura 11 – Visão linear da maturidade BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2009, p. 368)

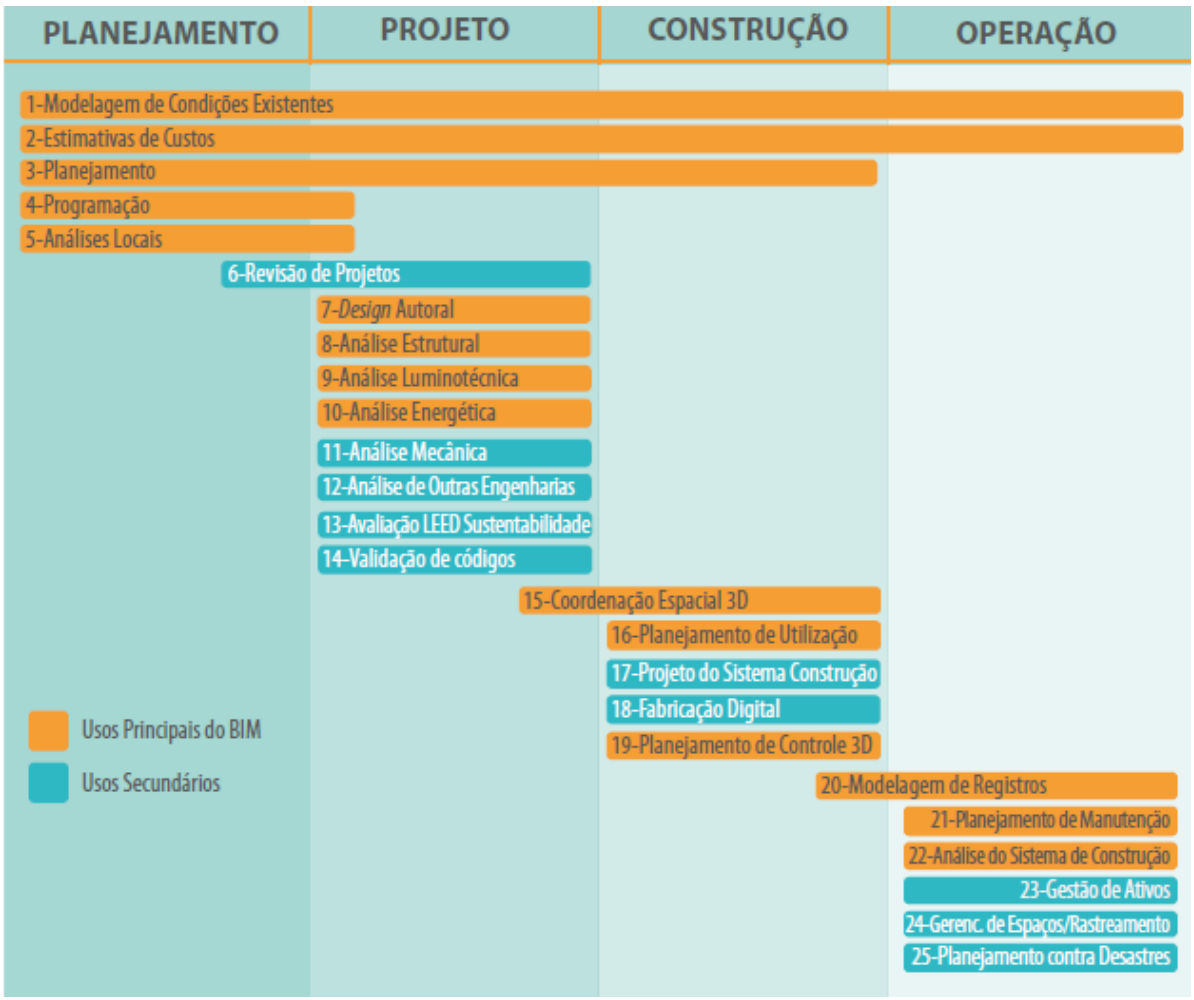
3.3.3. Os usos BIM

De acordo com o guia BIM *Execution Planning Guide of Pennsylvania State University* (2010), um desafio e uma oportunidade enfrentada pela equipe de planejamento do projeto é identificar os usos mais apropriados para o BIM, dadas as características do projeto como as metas, os recursos dos participantes e as alocações de risco desejadas. No Quadro 1, ilustra-se os 25 usos do BIM, catalogados pela *Pennsylvania State University*, aplicados ao longo de todo o ciclo de vida da edificação caracterizado pelas fases de Planejamento, Projeto, Construção e Operação, classificando-os em usos principais e secundários. Cada uso BIM representa uma estratégia para aplicação do processo ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, de modo a atingir um ou mais objetivos específicos (*National Institute of Building Sciences*, 2015).

A metodologia BIM se apresenta como uma opção que pode gerir toda a informação elaborada e utilizada nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação, e consiste na produção, comunicação e análise de modelos de construção. Os modelos constituem-se de objetos paramétricos programados para descrever e representar componentes, cujos quantitativos podem ser levantados e extraídos automaticamente para planilhas ou para um banco de dados externo. Além disso, é possível promover análises e simulações, devido à capacidade interoperável de se vincular um modelo às diversas ferramentas específicas. Os resultados esperados

abrangem tanto aspectos técnicos quanto funcionais do desempenho de uma edificação (EASTMAN *et al.,* 2014).

Quadro 1 – Usos BIM ao longo do ciclo de vida da edificação



Fonte: CBIC, 2016, vol. 4, p.25 (adaptado de *Pennsylvania State Guide*)

3.3.4. Nivel de Desenvolvimento (ND)

Segundo Eastman (2014) a progressão das etapas de projeto de edificações em relação ao nível de desenvolvimento se baseia em uma estrutura conceitual, fundamentada na quantidade e na forma da informação necessária à modelagem do projeto virtual com o objetivo de corresponder as futuras aplicabilidades compatíveis ao escopo do projeto.

O *American Institute of Architecture* (AIA) denomina *Level of development* (LOD) como uma estrutura de classificação de componentes e modelos BIM. O LOD tem a finalidade de estabelecer, de maneira clara aos agentes envolvidos, o nível das informações gráficas e não gráficas referentes aos componentes e tem representado uma relevante referência, para a coordenação e gestão BIM (BIM FORUM, 2017).

Groetelaars (2015) discorre que os diferentes níveis de desenvolvimento dos elementos de projeto podem ser associados às etapas de projeto. No LOD 100 os elementos dos modelos podem ser representados graficamente, por uma simbologia genérica e, normalmente são utilizados nos estudos de massa. Já o LOD 200, geralmente corresponde à fase preliminar de projeto, onde os elementos, além de serem representados graficamente, por meio de uma simbologia genérica, possuindo valores aproximados de forma, tamanho, localização orientação e eixos. Os elementos de projeto, no LOD 300, têm sua representação gráfica caracterizada por uma geometria precisa (final) e normalmente estão relacionados à etapa de anteprojeto. No LOD 400 os elementos carregam informações ainda mais minuciosas, pertinentes aos processos de execução, relacionando-se comumente à etapa de projeto executivo. O LOD 500 está relacionado a documentação de *As-built*, buscando a documentação de edificação após a construção, visando o uso das informações dos componentes do modelo, na fase de operação e manutenção.

3.3.5. Levantamentos manuais de dados existentes na obra (*As-built*)

De acordo com Santos *et al.* (2012) o termo "*As-built*", está relacionado ao levantamento de dados existentes na obra que, posteriormente, serão representados por meio de desenhos técnicos (projeto *As-built*). O projeto *As-built* (como construído) deverá ser desenvolvido seguindo as orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), utilizado a norma brasileira ABNT/NBR 14645-2:2005 (ABNT, 2005).

Os autores afirmam que o projeto *As-built* é o conjunto de informações elaboradas na fase construtiva com o objetivo de registrar as condições físicas e econômicas da execução de obras, fornecendo elementos considerados relevantes para

fundamentarem futuras intervenções, como reformas, ampliação e restaurações. As alterações realizadas nos projetos deverão ser tratadas pelos respectivos projetistas, devendo o projeto de “como construído” ser elaborado a partir destes projetos alterados. Desta forma, ao fim da produção e após a entrega do projeto, este deverá representar fielmente o objeto construído, com registros em um relatório das alterações verificadas durante a execução.

De acordo com Groetelaars *et al*. (2012) os *As-builts* baseiam-se na revisão da documentação original de projetos arquitetônicos e complementares, confrontada com a situação encontrada na obra. Promovendo-se assim, a atualização das informações documentando as alterações ocorridas. O *As-built* pode ser feito manualmente, porém com a evolução tecnológica, a técnica manual vem sendo substituída pela tecnologia BIM e pela técnica 3D *laser scanning*, devido a sua alta eficácia e consistência de informações, surgindo assim o *As-built* BIM.

3.3.6. *As-built* BIM

Tradicionalmente, o processo de *As-built* é longo, manual e as vezes impreciso. Com a união da tecnologia BIM e do *laser scanning* é possível recuperar a forma de edifícios existentes com alto grau de precisão, gerando o *As-built* BIM. De acordo com Jung *et al.* (2014), o modelo *As-built* BIM organiza e representa as informações projetadas no local da construção, durante a fase construtiva, utilizando-se os *scanners* a laser 3D. A utilização da técnica de captura a laser tem representado uma inovação, se comparado aos processos tradicionais, pela sua agilidade e precisão de dados. No segmento da construção civil, o *As-built* BIM tem se tornado um meio essencial de representar, com precisão, edifícios recém-construídos e suas instalações complementares.

A realidade capturada pela técnica 3D *laser scanning* pode ser representada graficamente utilizando-se a nuvem de pontos. Os arquivos digitais das nuvens atuam como *inputs*, alimentando os *softwares* de modelagem BIM, que após modeladas as diversas disciplinas envolvidas no projeto, configuram o grau máximo de fidelidade dos componentes, em relação ao modelo real, no LOD 500.

Na Figura 12 ilustra-se a captura da realidade, utilizando a técnica 3D *laser scanning,* para o registro das instalações complementares do projeto na sua fase construtiva (canteiro de obras). Os dados gerados serão utilizados na etapa futura de modelagem BIM, gerando-se o modelo *As-built* BIM.

Figura 12 – 3D *Laser scanning* na fase construtiva



Fonte: BIM*Life*, Singapura (2019)

3.3.7. *As-is BIM*

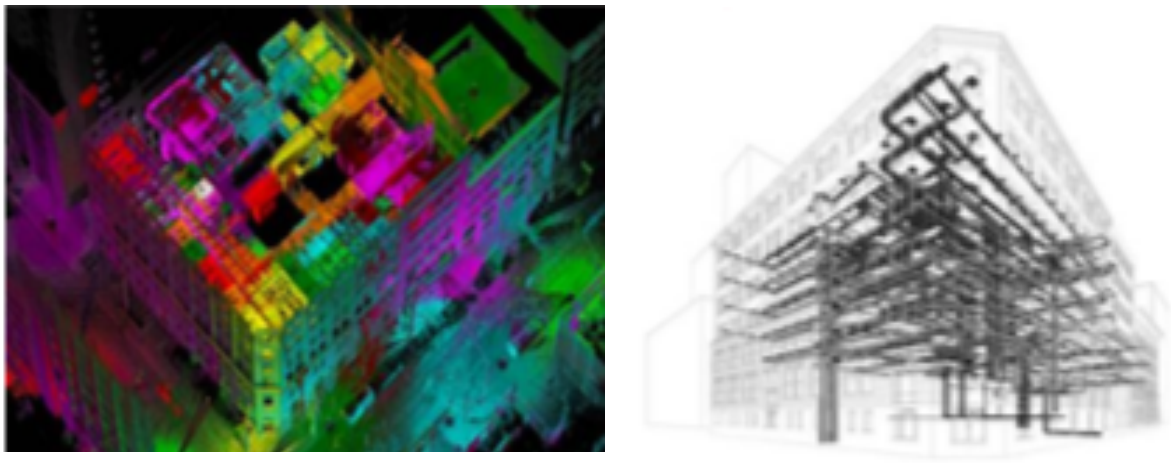
Anil *et al.* (2011) discorrem que o termo "*As-is* BIM" refere-se a edificações pré-existentes que foram levantadas pela varredura a *laser* e posteriormente, modeladas utilizando-se d*as* nuvens de pontos geradas pela captura e, desta forma, o registro dos projetos das edificações são atualizados.

Na Figura 13 ilustra-se a nuvem de pontos de uma edificação existente, gerada pela técnica 3D *laser scanning,* a partir de uma tomada externa. Na Figura 13(a) apresenta-se a nuvem de pontos da fachada externa e na Figura 13(b) revela-se as instalações complementares capturadas, pela varredura a *laser,* posteriormente registradas, utilizando-se o processo de modelagem BIM.

Segundo Groetelaars e Amorim (2012), os termos "*As-is* BIM" (como está) ou *"As-found* BIM" (como encontrado) passaram a ser utilizados em função da aplicação da

técnica 3D *laser scanning*, porém estão relacionados às edificações pré-existentes e desta forma, encontram-se na fase operacional.

Figura 13 – Modelo *As-is* BIM



(a) Nuvem de pontos (b) Modelo das instalações

Fonte: (Groetelaars, p. 189)

Groetelaars (2015) afirma que em função da densidade de informações coletadas, a varredura a laser permite o registro preciso da forma dos objetos com todas as suas irregularidades e desgastes decorrentes do tempo de uso e que, devido a alta precisão e detalhamento, podem dar suporte a projetos de intervenção (restauração, renovação, conservação). A varredura a laser é capaz de registrar a arquitetura externa e interna da edificação bem como as demais instalações complementares (hidráulica, elétrica, estrutural), se estiverem totalmente expostas. Caso contrário, se faz necessário a aplicação de técnicas de captura complementares (como a técnica termográfica) para o registro dos elementos ocultos nas alvenarias, uma vez que o raio laser que não é capaz de registrar o interior das superfícies.

3.3.8. Compatibilização de projetos

De acordo com Novaes *et al.* (2008), a compatibilização de projetos consiste numa atividade necessária para que as diversas soluções dimensionais, tecnológicas e estéticas sejam compatíveis entre si e no conjunto dos projetos executadas por meios manuais ou digitais. A compatibilização pode ser feita por meio de superposição de

projetos e análise de desenhos impressos ou digitais em pranchas bidimensionais ou em 3D.

Para Graziano (2003) a compatibilização visa identificar se os componentes dos sistemas, ocupam espaços que não conflitam entre si e se os dados compartilhados tenham consistência e confiabilidade. Para que isto ocorra, Rodriguez e Heineck (2001) afirmam que a compatibilização deve acontecer em cada uma das seguintes etapas do projeto: estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal e projeto executivo, partindo de uma integração geral das soluções até atingir as verificações de interferências geométricas das mesmas.

Para se realizar uma compatibilização eficiente Melhado *et al.* (2003) afirma que deve-se realizar uma análise crítica dos projetos verificando a pertinência, adequação e eficácia das soluções de projeto, identificando conflitos, problemas e propondo o desenvolvimento de soluções. Os autores dicorrem que essa análises devem, se necessário, propor alterações que visem atender a uma diretriz contribuindo na qualidade do projeto.

A detecção e coordenação de conflitos é uma verificação de interferências para identificar áreas ou elementos que ocupam o mesmo espaço, ao mesmo tempo (HUANG 2007), podendo-se desenvolver um plano de controle elencando diferentes graus para o projeto; o grau crítico, aborda conflitos em que a geometria de uma seleção A cruza a geometria da seleção B, por uma distância maior do que a tolerância definida; o grau moderado é caracterizado por conflitos nos quais a geometria da seleção A pode ou não cruzar a da seleção B, mas fica a uma distância inferior à tolerância definida; o grau baixo aborda conflitos em que a geometria de uma seleção A é a mesma da geometria de uma seleção B, localizada entre a distância zero e a tolerância definida e, neste contexto, a tolerância de zero detectaria, apenas uma geometria duplicada, exatamente no mesmo local.

Os *softwares* de coordenação BIM têm mostrado um enorme ganho para o processo de compatibilização (WANG e LEITE, 2016). Existem variações nos tipos de definições de interferências de projeto como; conflito grave (*hard clash*) envolvendo interferências geométricas entre elementos do projeto; conflito leve (*soft clash*) caracterizado pelas interferências acarretadas devido a uma violação de espaçamento

ou isolamento previamente estabelecidos; conflito de fluxo de trabalho (*workflow clash*) que são relacionadas a planejamento, função e etapas de projeto. Essas incompatibilidades, em específico, podem ser divididas em; interferência temporal, que trata da incompatibilidade acarretada pela verificação/definição de sequência de obra ou operação do equipamento; incompatibilidade funcional, que é ocasionada pelo agrupamento de elementos que comprometem a utilidade do componente e interferência que compromete uma futura ampliação do componente e/ou do seu sistema.

Conforme BIM *Dictionary* (2019), a detecção de conflitos (*clash detections*) pode ser realizada através de procedimentos automatizados ou semi-automatizados visando identificar erros de projeto, onde objetos ocupam o mesmo espaço (choque crítico) ou estão muito perto para violar restrições espaciais (choque moderado ou leve). Existem alguns *softwares* BIM que permitem uma combinação automatizada de análises de conflitos de geometria, semântica e regras para identificação de interferências. As atividades de processamento, coordenação e rastreamento que levam à resolução desses conflitos, seja visual ou automaticamente, podem contemplar melhorias na coordenação e consequentemente, na qualidade do projeto.

Manzione (2013) afirma que a utilização de regras no processo de compatibilização de projetos, possibilita estudos detalhados no processo de análises críticas, uma vez que os requisitos espaciais associados aos requisitos específicos do projeto passam a ser automáticos, ampliando potencialmente o uso do BIM para as fases iniciais do processo de projeto.

Silva e Arantes (2016) afirmam que a conferência de projetos por procedimento automatizado BIM é um processo inovador porém, as iniciativas identificadas ao redor do mundo são incipientes e ainda pouco difundidas.

3.3.9. *Softwares* open BIM

De acordo com Vasconcelos (2019), a organização *BuidingSMART* é responsável pelo desenvolvimento e manutenção de padrões da metodologia BIM de maneira

aberta, denominados *open* BIM, com abordagem de 3 pilares fundamentais: *Industry Foundation Class* (IFC) (ISO 16739), refere-se a um modelo de dados que define trocas ou compartilhamento de informações de uma edificação; *Internacional Framework for Dictionaries* (IFD) (ISO-120006-3), denomina-se como dicionário de dados que define qual informação do projeto será compartilhada e trocada; *Information Delivery Manual* (IDM) / *Model View Definition* (MVD), que de acordo com Vasconcelos (2019), trata-se de um Manual de informações que estabelece critérios para os processos de troca do projeto, especificando quais informações e quando serão compartilhadas ou trocadas.

O IFC tem como objetivo promover a interoperabilidade por meio de um conjunto de classes organizadas em uma elaborada hierarquia, que trata dos parâmetros dos elementos, tanto parâmetros relativos a informações gráficas e geométricas, quanto parâmetros de identificação e definição de materiais. A atualização desses parâmetros correlacionados é automática, uma vez que o *software* BIM possui uma integração e certificação de exportação da *BuildingSMART* (VASCONCELOS, 2019).

3.4. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC 50/2002)**

A Resolução da Diretoria Colegiada nº 50 (RDC 50/2002) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (Brasil, 2002) dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), a ser observado em todo território nacional, na área pública e privada, compreendendo as construções novas ou dos EAS já existentes. Ressalta-se que EAS é a denominação dada a qualquer edificação destinada à prestação de assistência à saúde à população, que demande o acesso de pacientes, em regime de internação ou não, qualquer que seja o seu nível de complexidade.

O Regulamento é dividido em três partes principais: a Parte I discorre sobre a elaboração de projetos físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde; a Parte II trata da organização físico funcional, dimensionamento, quantificação e instalações prediais dos ambientes e a Parte III trata dos critérios para elaboração de projetos de

EAS, abordando os tópicos essenciais para as proposições de projetos como: circulações externas e internas, condições ambientais de conforto, condições ambientais de controle de infecção, instalações prediais ordinárias e especiais e condições de segurança contra incêndio.

3.4.1. Elaboração de projetos físicos de EAS

Conforme a Parte I da RDC 50/2002, para a execução de qualquer obra nova, de reforma ou de ampliação de EAS, é exigida a avaliação prévia da Vigilância Sanitária local (municipal ou estadual) que demanda, como pré-requisito, o desenvolvimento do projeto básico arquitetônico.

De acordo com o item 1.2.2 da RDC 50/2002 o projeto básico deverá demonstrar a viabilidade técnica da edificação a partir do plano de necessidades e Estudo Preliminar desenvolvidos previamente, além de possibilitar a avaliação de serviços e obras, definir métodos construtivos e prazos de execução do empreendimento devendo ser solucionadas as interferências entre os sistemas e componentes da edificação. Por sua vez, o Estudo Preliminar deve contemplar;

> "Além dos desenhos específicos que demonstrem a viabilidade da alternativa proposta, será parte integrante do Estudo Preliminar um relatório que contenha memorial justificativo do partido adotado e da solução escolhida, sua descrição e características principais, as demandas que serão atendidas e o pré-dimensionamento da edificação. Deverão ser consideradas as interferências entre os diversos sistemas da edificação" (RDC 50/2002 p. 5).

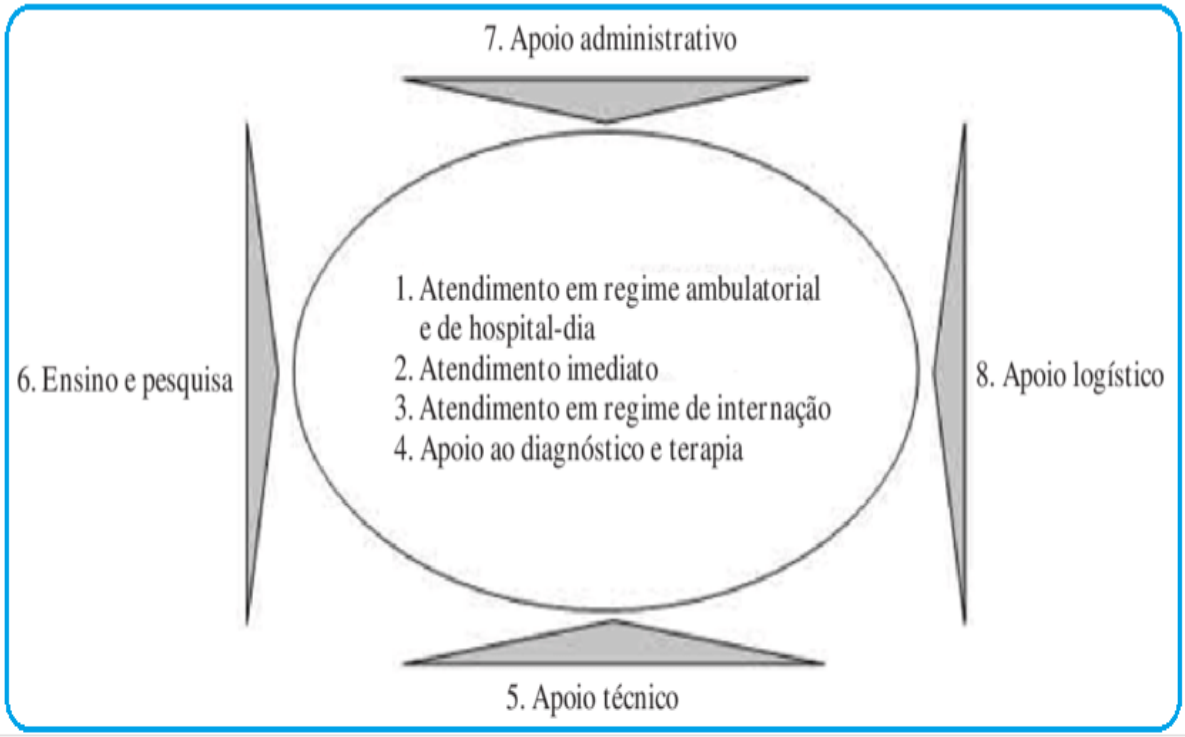
Neste contexto, a RDC 50/2002 ainda destaca que o Estudo Preliminar deve contemplar estudos de arquitetura, instalações além de estrutura e fundações ressaltando-se a obrigatoriedade de estimação de cargas demandadas pelos ambientes e equipamentos propostos.

3.4.2. Programação físico funcional de EAS

Na Parte II da RDC 50/2002, apresenta-se a programação físico funcional dos EAS por meio das listagens de atribuições (conjuntos de atividades e sub atividades),

denominados Unidades Funcionais (UF) que correspondem a uma descrição sinóptica da organização técnica de trabalho (Figura 14). As oito atribuições admitem diversas composições (tipologias) dos EAS sendo referenciadas como Unidades Funcionais (UF). Portanto, cada composição de atribuições proposta definirá a tipologia própria a ser implantada. As atribuições de 1 a 4 são caracterizadas por atividades finais, que constituem funções diretamente ligadas a atenção e assistência à saúde.

Figura 14 – Atribuições dos estabelecimentos assistenciais de saúde



Fonte: Anvisa (RDC 50/2002, p. 24)

A Atribuição 1 (UF 1) refere-se à prestação de atendimento eletivo de promoção e assistência à saúde em regime ambulatorial e de hospital-dia. A Atribuição 2 (UF 2) trata da prestação de atendimento imediato de assistência à saúde. A Atribuição 3 (UF 3) contempla a prestação de atendimento de assistência à saúde em regime de internação e a Atribuição 4 (UF 4) aborda a prestação de atendimento de apoio ao diagnóstico e terapia.

As demais atribuições são caracterizadas por atividades utilizadas para o desenvolvimento das primeiras (UF 1 a 4) e de si próprias. A Atribuição 5 (UF 5) refere-se à prestação de serviços de apoio técnico. A Atribuição 6 (UF 6) discorre sobre a formação e desenvolvimento de recursos humanos e de pesquisa. A Atribuição 7 (UF 7) trata da prestação de serviços de apoio e gestão, além da execução administrativa e a Atribuição 8 (UF 8) refere-se à prestação de serviços de apoio logístico.

A partir da determinação das atribuições centrais e de apoio, cada EAS irá formatar a programação funcional que irá compor seu modelo funcional (tipológico), adequado às suas necessidades. Para atingir este objetivo, referenciam-se aspectos espaciais relacionados às diversas atribuições e atividades, a partir de uma listagem de ambientes próprios (dimensionamento e quantificação mínima), reunidos em tabelas, por grupo de atividades.

A RDC 50/2002 destaca que é necessário descrever quais serão as atividades realizadas nos EAS e assim identificar os ambientes (conceituados como espaços fisicamente determinados e especializados para o desenvolvimento de atividades caracterizadas por dimensões e instalações diferenciadas, subjetivas a cada EAS), necessários para a realização dessas atividades. O Regulamento ainda ressalta a importância em caracterizar: paciente como a pessoa que está sob cuidados, sem a necessidade de internação (paciente externo), doador como a pessoa que, voluntariamente, doa sangue para fins terapêuticos e usuário como o indivíduo que circula na entidade (normalmente acompanhante), sem nenhuma das características anteriores.

Considerando que a atividade de Hematologia e Hemoterapia aborda a coleta, processamento, armazenamento, distribuição, além de transfusão de sangue e seus hemocomponentes, baseiam-se em seis, das oito atribuições; UF 1,4,5,6,7 e 8, excluindo-se as UF 2 e UF 3 por serem caracterizadas pela internação de pacientes (prestação de atendimento imediato e em regime de internação). As exigências em relação a existência e área mínima de Salas e Consultórios dos EAS, referente a UF 1 (ATENDIMENTO AMBULATORIAL) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Exigências referentes a UF 1

ATENDIMENTO AMBULATORIAL		
Unidade / Ambiente	**Análises normativas**	
Salas	**Quantidade**	**Área Mín.**
Sala de atendimento individualizado	1	$9m^2$
Sala de demonstração e educação em saúde	1	$1m^2$/ouvinte
Sala de imunização e Apoio	1	$6m^2$
Consultórios	**Quantidade**	**Área Mín.**
Consultório indiferenciado	1	$7,5m^2$
Consultório de serviço social	1	$6m^2$
Consultório diferenciado (odontológico)	1	$9m^2$

Fonte: Anvisa (RDC 50/2002)

As exigências referentes a UF 4 (APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA) envolvem a especificidade do Hemocentro abordando as atividades de Patologia Clínica, Hematerapia e Hematologia, apresentadas na Tabela 2. Pode-se observar que essa unidade funcional aborda um número maior de exigências, especialmente, em relação aos Laboratórios e Salas.

A UF 5 (APOIO TÉCNICO) estabelece critérios obrigatórios para os itens relacionados a Nutrição e Dietética, como Lanchonete para doadores (atendendo 1 cadeira para cada poltrona de doação) e 1 Copa com dimensão mínima de 1,15m, como apresentados na Tabela 3. Para as atividades relacionadas aos Fármacos estabelece: 1 Área de Farmácia para recepção e inspeção (sendo 10% da área para armazenagem), 1 Área de Farmácia de distribuição (sendo 10% da área para armazenagem), 1 Área para armazenagem e controle (a depender das atividades do EAS e dos equipamentos utilizados) e 1 Sala de esterilização / Estocagem de material esterilizado com $4,8m^2$.

Na Tabela 4 apresenta-se as exigências da UF 6 (ENSINO E PESQUISA) quando o EAS oferece atividades educacionais. Exige-se 1 Sala de ensino que pode ser contemplada por Sala de aula ou Anfiteatro com $1,2m^2$ por pessoa (a depender das atividades do EAS), 1 Sala de estudo (a depender das atividades do EAS) e 1 Biblioteca (a depender do equipamento utilizado).

Tabela 2 – Exigências referentes a UF 4

APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA		
Unidade / Ambiente	**Análises Normativas**	
Patologia Clínica	**Quantidade**	**Área Mín.**
Box para coleta de material	15 col./h	1,5m^2
Sala para coleta de material	1	3,6m^2
Sala para lavagem e secagem de vidrarias	1	3m^2
Laboratório de hematologia	1	6m^2
Laboratório de imunologia	1	6m^2
Quarto de plantão (apoio)	1	5m^2
Hemoterapia e Hematologia	**Quantidade**	**Área Mín.**
Sala para recepção e registro de dodores	1	2m^2/poltrona
Arquivo de doadores	1	4m^2
Sala para triagem hematológica	1	4m^2
Triagem clínica	1	7,5m^2
Sala para coleta de sangue de doadores	1	4m^2
Sala de aféreses	1	4m^2/poltrona
Sala para recuperação de doadores	1	6m2
Sala para processamento de sangue	1	Varia c/ equi.
Área para pré-estoque	1	2m^2/equip.
Ärea para liberação e rotulagem	1	6m^2
Sala para procedimentos especiais	1	Varia c/ equi.
Sala de distribuição / compatibilidade	1	12m^2
Área estocagem de hemocomponentes	1	2m^2/equip.
Sala de coleta material hematológico	1	3,5m^2
Consultório indiferenciado	1	7,5m^2
Sala de transfusão	coletiva	8,5m^2
Posto de enfermagem e serviços	1	6m^2
Laboratório de sorologia (apoio)	1	6m^2
Laboratório de imunofluorescência (apoio)	1	6m^2
Laboratório de imunohematologia (apoio)	1	6m^2
Sala de utilidades (apoio)	1	4m^2
Sala p/ lavagem e secagem de vidrarias (apoio)	1	4m^2

Fonte: Anvisa (RDC 50/2002)

Tabela 3 – Exigências referentes a UF 5

APOIO TÉCNICO		
UNIDADE / AMBIENTE	**Análises Normativas**	
Nutrição e Dietética	**Quantidade**	**Área Mín.**
Copa	1	2,6m^2
Lanchonete para doadores	1	1m^2/doador
Farmácia	**Quantidade**	**Área Mín.**
Área para recepção e inspeção	1	Varia c/ EAS
Área de distribuição	1	Varia c/ EAS

Fonte: Anvisa (RDC 50/2002)

Tabela 4 – Exigências referentes a UF 6

ENSINO E PESQUISA		
UNIDADE / AMBIENTE	**Análises**	**Normativas**
	Quantidade	**Área Mín.**
Sala de ensino	1	1,3m^2/aluno
Sala de estudo	1	2m^2/aluno
Biblioteca	1	Varia c/ equi.

Fonte: Anvisa (RDC 50/2002)

A UF 7 (APOIO ADMINISTRATIVO) estabelece a estrutura administrativa em dois tópicos principais: Serviços (administrativos, clínicos, de Enfermagem e técnicos) e Documentação. Para o tópico Serviços estabelece exigências para: Salas de direção, de reunião e administrativas, sendo 1 de cada natureza (a depender das atividades do EAS): 1 Área para execução de serviços administrativos, clínicos, de enfermagem e técnico; 1 Arquivo administrativo (com dimensão a depender da tecnologia utilizada); 1 Área para atendimento ao público (a depender das atividades e organização administrativa do EAS). Para os itens relacionados a Documentação e Informação exige: 1 Área para registro de pacientes/marcação e 1 Arquivo médico (a depender da tecnologia utilizada), conforme pode ser observado na Tabela 5.

A UF 8 (APOIO LOGÍSTICO) estabelece as exigências para diversos ambientes que oferecem suporte às demais Unidades Funcionais. Na Tabela 6 apresenta-se os itens: Central de Administração e Equipamentos; Manutenção; Conforto e Higiene; Limpeza e Zeladoria; Segurança e Vigilância, além de Infraestrutura Predial e suas exigências.

Tabela 5 – Exigências referentes a UF 7

APOIO ADMINISTRATIVO		
UNIDADE / AMBIENTE	**Análises Normativas**	
Serviços Adm/ Clinicos/ Enfermagem/ Tec.	**Quantidade**	**Área Mín.**
Sala de direção	1	Varia c/ EAS
Sala de reuniões	1	Varia c/ EAS
Sala administrativa	1	Varia c/ EAS
Área p serv adm, clinicos, enfermagem,técnico	1	5,5m^2 p/pes
Arquivo administrativo	1	Varia c/ equi.
Área p atendimento ao público	1	Varia c/ EAS
Documentação e Informação	**Quantidade**	**Área Mín.**
Área p registro de pacientes	1	5m^2
Arquivo médico	1	Varia c/ EAS

Fonte: Anvisa (RDC 50/2002)

Tabela 6 – Exigências referentes a UF 8

APOIO LOGÍSTICO		
UNIDADE / AMBIENTE	**Analises Normativas**	
Central de Adm de Materiais e Equipamentos	**Quantidade**	**Área Mín.**
Área recepção, inspeção e registro	1	10% estoque
Depósito de equipamentos / materiais	1	Varia c/ EAS
Área de distribuição	1	10% estoque
Área para guarda macas, cadeira de rodas	1	3m^2
Manutenção	**Quantidade**	**Área Mín.**
Área recepção, inspeção de equip./ mobiliários	1	10% oficinas
Área guarda, distribuição de equip./ mobiliários	1	10% oficinas
Conforto e Higiene	**Quantidade**	**Área Mín.**
Recepção e espera paciente, doador, acomp.	1	1,2m^2/pessoa
Box de vestiário para paciente	2	1m^2
Sanitário exclusivo para paciente e doador	1	1,6m^2/pessoa
Guarda pertences paciente, doador, público	1	0,3m^2/pessoa
Sala de estar para funcionários	1	1,3m^2/pessoa
Quarto de plantão para funcionários	1	5m^2
Vestiário central para funcionários	1	0,5m^2/fun/tur
Área para guarda de pertences de funcionários	1	0,3m^2/pessoa
Sala de espera para público	1	1,3m^2/pessoa
Limpeza e Zeladoria	**Quantidade**	**Área Mín.**
Depósito de Mateial de Limpeza	1	2m^2
Sala de utilidades com pia de despejo	1	4m^2
Sala de preparo de equipamentos / material	1	4m^2
Abrigo de lixo	1	Varia c/ EAS
Sala armazenamento temporário de resíduos	1	Varia c/ EAS
Segurança e Vigilância	**Quantidade**	**Área Mín.**
Área para identificação de pessoas / veículos	1	Varia c/ EAS
Infraestrutura Predial	**Quantidade**	**Área Mín.**
Sala p/ eq. de geração e. elétrica alternativa	1	Varia c/ EAS
Estacionamento (2 ambulâncias)	1	Varia c/ EAS

Fonte: Anvisa (RDC 50/2002)

Destaca-se que deve-se atender, adicionalmente, as dimensões mínimas de 1,7m para os Sanitários e que, o Vestiário central para funcionários (masculino e feminino) devem conter, no mínimo, 1 bacia, 1 lavatório e 1 chuveiro para cada grupo de 10 funcionários e, tratando-se de uso coletivo, 1 bacia e 1 lavatório para cada grupo de 6 pessoas.

Para o tópico de Limpeza e Zeladoria indica-se a obrigatoriedade adicional em relação a dimensão mínima de 1,5m, para a Salas de utilidades e Sala de preparo de materiais e equipamentos.

3.4.3. Critérios para projetos de EAS

Apresenta-se na Parte III da RDC 50/2002, as variáveis que orientam e regulam as decisões a serem tomadas nas diversas etapas de desenvolvimento de projetos, em relação às circulações externas e internas, condições ambientais de conforto, condições de controle de infecção hospitalar, instalações prediais ordinárias e especiais além de condições de segurança contra incêndio.

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

O presente capítulo descreve detalhadamente os procedimentos adotados para realização dos estudos. Nesta direção, aplicou-se o método da Pesquisa Construtiva, *Constructive Research Approach* (DSR) que, de acordo com Lukka (2003), consiste em um procedimento de investigação para a produção de construções inovadoras, destinadas a resolver problemas.

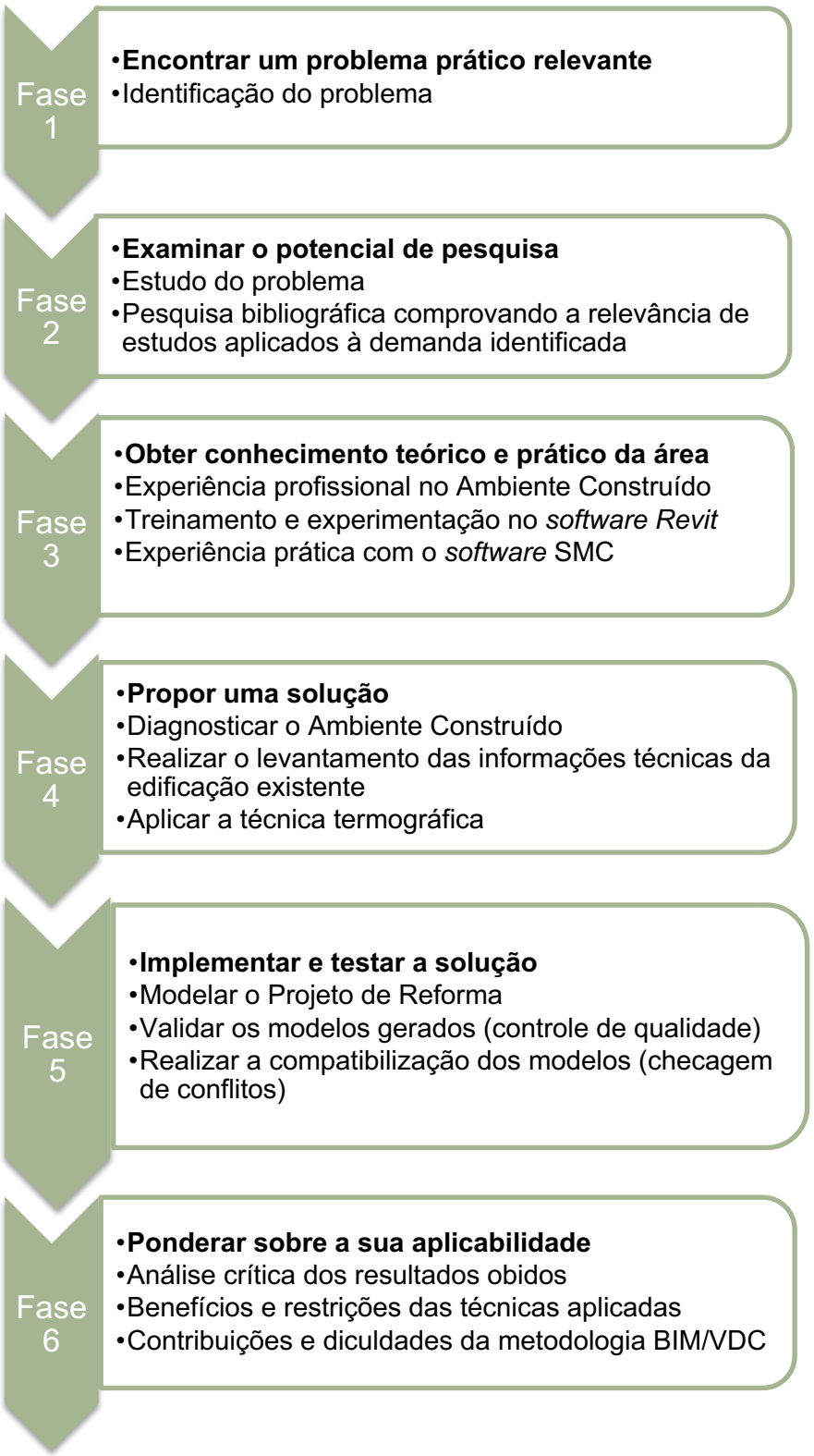
4.1. **Pesquisa Construtiva (DSR)**

Utilizou-se como objetos de estudo, a sede atual do HEMOSC e o Projeto de Reforma arquitetônico proposto. Com o objetivo de atualizar o estado da arte, uma vez que a entidade não possuía, em seu acervo, nenhum de seus projetos originais, o laboratório BIM de Santa Catarina (LaBIM/SC) promoveu a captura da realidade da sede atual do Hemocentro, utilizando-se a técnica 3D *laser scaning.* A partir das nuvens de pontos geradas pela realidade capturada desenvolveu-se, em *software* BIM *Archicard*, a modelagem arquitetônica da edificação existente (modelo *As-is* BIM).

O modelo *As-is* BIM embasou as análises do uso atual do espaço quanto ao atendimento da sede do HEMOSC à legislação atual RDC 50/2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (Brasil, 2002). Os mesmos critérios foram utilizados para as análises da solução arquitetônica proposta porém, utilizando-se as plantas CAD do Projeto de Reforma, disponibilizados para a pesquisa (Anexo C).

Neste sentido, verificou-se o atendimento da Parte II do Regulamento Técnico (RDC 50/2002), que estabelece os requisitos obrigatórios para o funcionamento físico funcional de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS). Para a realização da pesquisa construtiva, conforme proposto por Lukka (2003), foram elaboradas 6 fases (Quadro 2).

Quadro 2 – Fases da pesquisa construtiva (DSR)



Fonte: Autora (2020)

4.1.1. Encontrar um problema prático relevante

A falta de integração entre a arquitetura e as engenharias pode gerar comprometimentos no processo de projetos e na qualidade final do produto (Projeto), especialmente, no Ambiente Construído. Além do processo de compatibilização multidisciplinar dos Projetos de Reforma, o Ambiente Construído necessita alinhar a exequibilidade das propostas à sua fase operacional. Outra característica peculiar do Ambiente Construído é a necessidade de consultar os projetos originais, durante o processo de desenvolvimento dos Projetos de Reforma e, a falta de acesso às informações é outro fator que agrega complexidade aos processos de trabalho, demandando esforços da engenharia reversa, no resgate de dados técnicos relevantes.

Neste contexto, utilizou-se como objetos de estudo a sede atual de um Hemocentro, em funcionamento, e o seu Projeto de Reforma arquitetônico caracterizados pelas três restrições apresentadas. A primeira, refere-se a falta de integração entre a arquitetura e as engenharias, uma vez que os Projetos de Reforma complementares não foram elaborados. A segunda dificuldade aborda a fase operacional da edificação, em função da impossibilidade do Hemocentro interromper ou comprometer o funcionamento das suas atividades, durante a execução do Projeto de Reforma proposto. E a terceira, envolve a falta de acesso aos projetos originais da edificação existente, entregue a entidade em 1971 que por sua vez, não possui acervo documental.

4.1.2. Examinar o potencial da pesquisa

Em conformidade com a revisão da literatura apresentada, a captura de dados precisos e a criação de modelos, apresentam-se como ferramentas potenciais para produzir um inventário que contemple os requisitos necessários para a reforma e manutenção de edificações. No entanto, a modelagem paramétrica alcança, prioritariamente, as novas edificações evidenciando a relevância de desenvolvimento de estudos mais aprofundados dos possíveis usos do BIM, aplicáveis ao Ambiente Construído.

A principal motivação para a adoção de BIM/VDC para a problemática da pesquisa, foi a sua interação às tecnologias aplicadas no presente estudo, que possibilitaram o resgate da realidade existente e a identificação do sistema construtivo da edificação, oferecendo suporte no processo de compatibilização automatizado, verificando a eficácia das soluções do projeto arquitetônico, identificando inconsistências, conflitos, problemas e propondo o desenvolvimento de soluções, contribuindo na qualidade do projeto.

O processo de projetos das edificações demanda desenvolvimento simultâneo dos projetos das disciplinas complementares, além da compatibilização multidisciplinar nas respectivas etapas de projeto. No entanto, o anteprojeto de reforma do HEMOSC foi desenvolvido apenas na disciplina arquitetônica. Idealmente, os projetos de reforma complementares deveriam ter sido desenvolvidos e compatibilizados, preliminarmente. Outro agravante, se deu pela entidade não possuir gestão documental de nenhum de seus projetos originais. Neste sentido, a captura da realidade, por meio da técnica 3D *laser scanning,* colaborou nos primeiros esforços, possibilitando o resgate da arquitetura externa e interna da edificação existente.

No entanto, as instalações embutidas nas alvenarias não puderam ser registradas, uma vez que o raio laser registra apenas a superfície externa dos objetos. Neste contexto, o escopo de trabalho de levantamento das informações técnicas do Ambiente Construído, tinha como objetivo registrar os elementos ocultos das alvenarias. Porém, em função da climatização constante e ininterrupta das instalações internas do Hemocentro, o registro termográfico idealizado foi impossibilitado, viabilizando apenas o levantamento estrutural da edificação existente.

4.1.3. Obter conhecimento teórico e prático na área

De acordo com Lukka (2003), o método da pesquisa construtiva demanda que o autor obtenha conhecimento teórico e prático da área limitada pela pesquisa. A autora atuou 25 anos no segmento da construção civil e acumulou experiência profissional em projetos de reforma e perícias técnicas. Em 2018, certificou-se como BIM especialista (curso de 200h), recebeu treinamento complementar em modelagem

arquitetônica *Revit* (curso de 45h) e adquiriu experiência prática em compatibilização automatizada de projetos, no *software* Solibri, durante os 2 anos de duração do Mestrado.

A experiência adquirida em Projetos de Reforma e, em processos de investigação do Ambiente Construído, permeou a escolha da termografia, do tipo qualitativa passiva, como técnica de captura complementar com o objetivo de identificar os elementos ocultos das alvenarias, que a técnica 3D *laser scanning* não foi capaz de registrar. Neste sentido, realizou-se a inspeção técnica das estruturas e fundações existentes no Hemocentro, investigando também o sistema construtivo da edificação. O levantamento de informações técnicas do Ambiente Construído se faz necessário para a formatação da base de dados que por sua vez, fundamentou as etapas seguintes da pesquisa.

A coleta de dados ocorreu no período de 03 a 07/07/2019, sob boas condições meteorológicas (céu parcialmente encoberto e temperatura média de 14ºC). Os profissionais responsáveis pela manutenção da sede atual do HEMOSC acompanharam o processo, proporcionando o suporte técnico e operacional necessários, inclusive na inspeção subterrânea que possibilitou o registro de parte das fundações da edificação. Essa fase será, detalhadamente, desenvolvida no Capítulo 7.

4.1.4. Propor uma solução

Após a investigação e estudo dos registros coletados, a solução do problema de pesquisa foi proposta em três etapas; modelar o Bloco 2 e a nova sede do Hemocentro, propostos pelo Projeto de Reforma; validar os modelos gerados, utilizando-se os dados coletados; compatibilizar os modelos; analisar, criticamente, os relatórios de checagem de conflitos.

4.1.5. Implementar e testar a solução

Baseando-se nos arquivos CAD, do Projeto de Reforma arquitetônico e na base de dados coletados, optou-se por desenvolver dois modelos. O primeiro modelo

abordou a arquitetura do Projeto de Reforma e o segundo modelo contemplou a fundação esquemática, referenciada nas peças estruturais (pilares) e alvenarias de contenção, indicadas no respectivo projeto.

Inicialmente, validou-se os modelos gerados (controle de qualidade), com o objetivo de eliminar possíveis inconsistências do Projeto de Reforma. A checagem de qualidade abordou a verificação visual, os padrões de projeto e a validação dos elementos. A detecção de inconsistências, auxiliada pela base de dados, garantiu um processo de compatibilização de alta precisão. Os dados coletados possibilitaram a personalização do processo de compatibilização, utilizando-se o parâmetro volumétrico, nos graus de severidade crítico, moderado e baixo. Esta fase será detalhada no Capítulo 8.

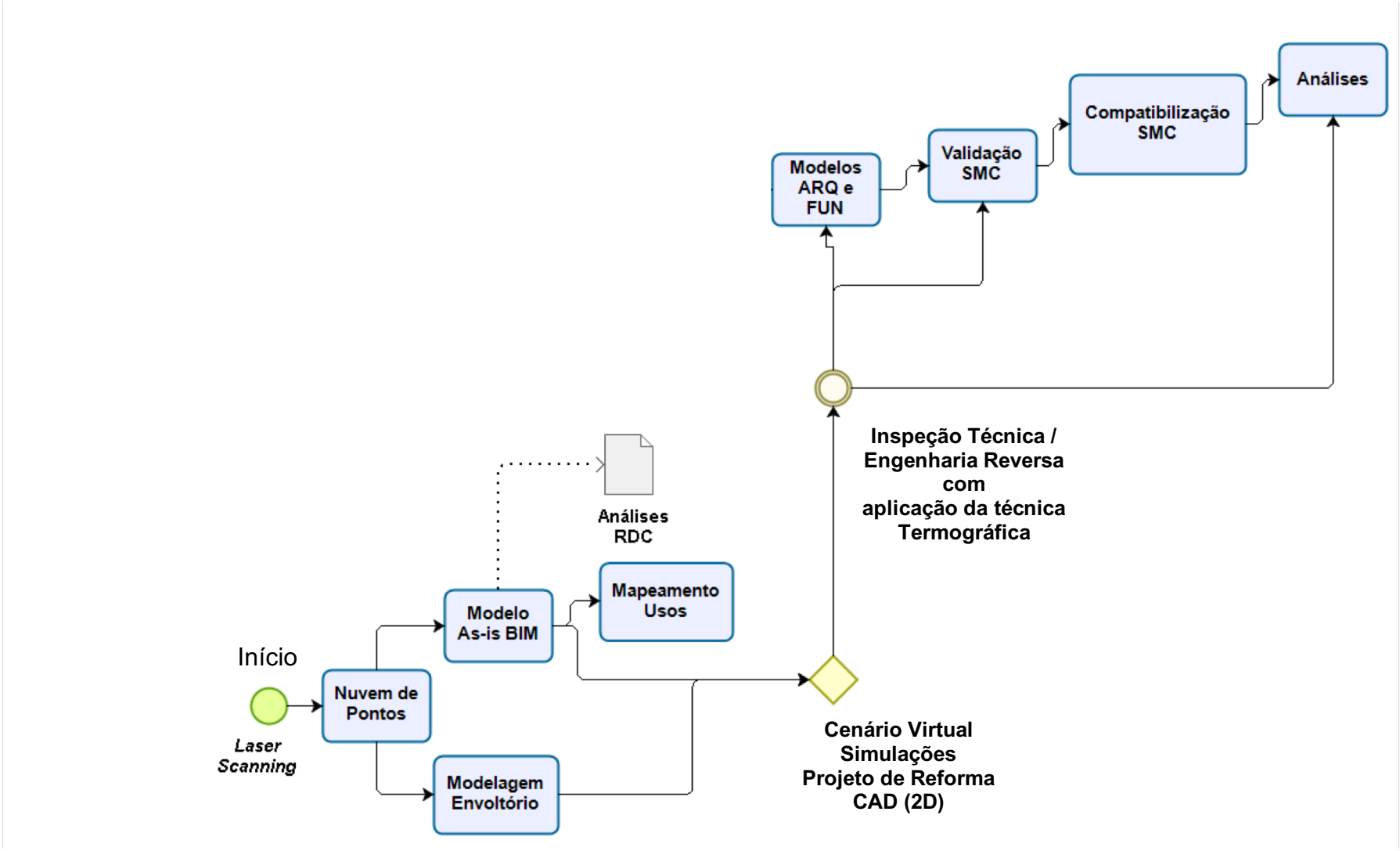
4.1.6. Ponderar sobre a sua aplicabilidade

Os objetivos desta fase abordam análises criticas dos resultados obtidos em relação às soluções propostas. Primeiramente, foram analisados os benefícios e restrições das técnicas aplicadas (3D *laser scanning* e termografia) no Ambiente Construído. Sequencialmente, foram identificadas as contribuições da aplicação da metodologia BIM/VDC ao Projeto de Reforma e Ambiente Construído, bem como, relatadas as dificuldades enfrentadas durante os processos de trabalho. Esta fase está apresentada nos Capítulos 8 e 9.

4.2. **Fluxo de trabalho**

Na Figura 15 ilustra-se o fluxo de trabalho desenvolvido na execução do plano de pesquisa.

Figura 15 – Fluxo de trabalho da pesquisa



Fonte: Autora (2019)

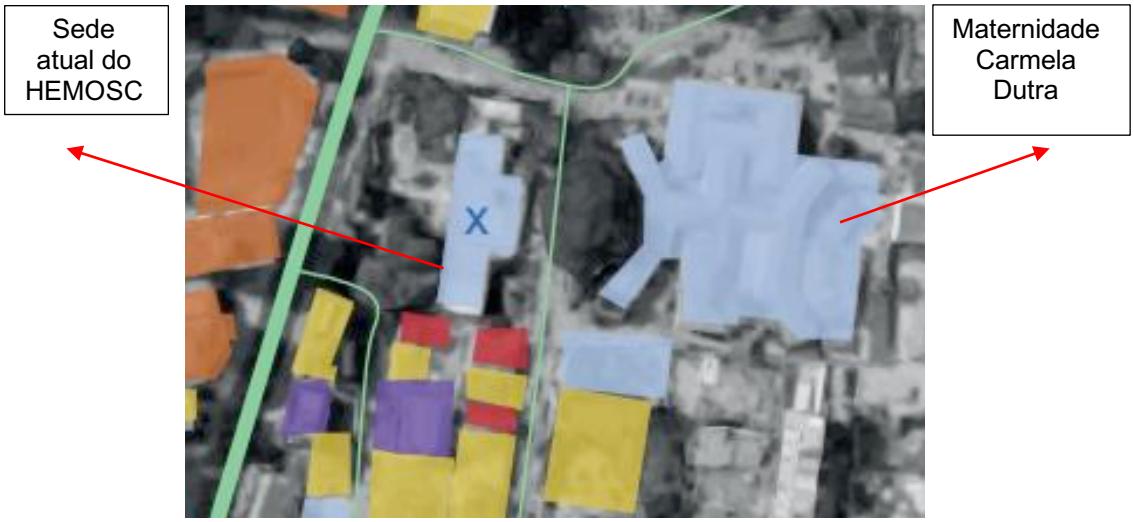
5. OBJETO DE ESTUDO - SEDE DO CENTRO DE HEMATOLOGIA E HEMOTERAPIA DE SANTA CATARINA (HEMOSC)

O Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina (HEMOSC), é uma instituição pública do complexo hospitalar da cidade de Florianópolis, com área construída de 3063m^2. Atualmente, é o maior Hemocentro do estado absorvendo importante papel social uma vez que, além de prestar atendimento hemoterápico à população da cidade, é responsável pelo processamento e abastecimento de bolsas de sangue para a rede hospitalar de Santa Catarina. O estudo foi autorizado, pela entidade, conforme Anexos A e B.

5.1. Histórico do HEMOSC

O HEMOSC teve sua origem na década de 1960, como um banco de sangue anexo a Maternidade Carmela Dutra, cujo objetivo era coletar e armazenar sangue. De acordo com o HEMOSC (2018), posteriormente a Lei 3.555 de 27 de novembro de 1964, foram criados, dentre outros serviços, o Centro Hemoterápico Catarinense (CHC). O CHC absorveu as funções de banco de sangue, além de agregar as exigências estabelecidas pela nova legislação, instalando-se no ano de 1971 na sede atual (Figura 16), com a missão de realizar o atendimento à toda rede hospitalar do estado de Santa Catarina.

Figura 16 – Sede atual do HEMOSC



Fonte: Gutierrez (2016)

Baseado nas diretrizes do Plano Nacional de Sangue e Hemoderivados (PLANASHE), o HEMOSC surgiu, em 20 de julho de 1987, para atender as diretrizes do Decreto Lei Estadual número 272, com objetivo básico de prestar atendimento hemoterápico e hematológico de qualidade, à população. Com o Decreto Lei estadual número 3.015, de 27 de fevereiro de 1989, foi implantado o Sistema Estadual de Hematologia e Hemoterapia tornando o HEMOSC no Hemocentro coordenador, com unidades auxiliares dos Hemocentros regionais (Hemorrede Pública do Estado de Santa Catarina), localizados nos municípios pólos de Santa Catarina.

A entidade agregou o objetivo de promover a interiorização das ações relativas ao uso de sangue para fins terapêuticos como a doação voluntária do sangue, as medidas de proteção à saúde do doador e receptor, as medidas para disciplinar a coleta e o controle de qualidade, as condições de estocagem e distribuição de hemoderivados, além de promover o desenvolvimento de conhecimento científico e tecnológico em sua área específica. A Hemorrede do estado é composta por seis Hemocentros regionais, localizados em Lages, Joaçaba, Chapecó, Criciúma, Joinville e Blumenau. Atualmente, o HEMOSC coleta 30.760 bolsas de sangue, ao ano e, a projeção até 2050 é de que atenda 80.000 candidatos por ano à doação de sangue, com objetivo de coletar 64.000 unidades de bolsas ao ano, representando um acréscimo maior que 100%.

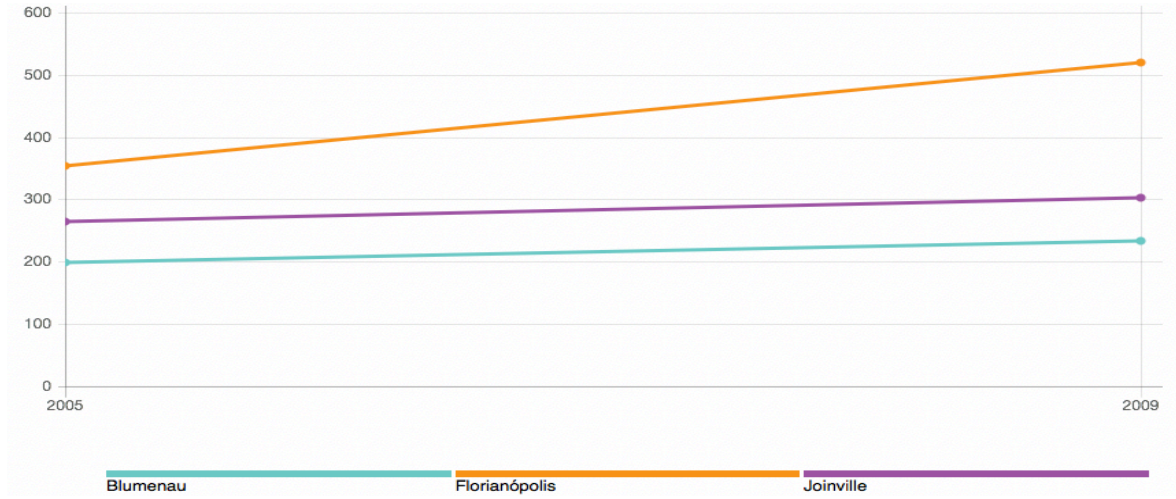
O HEMOSC é uma instituição que possui excelência nos processos de gestão e, visando oferecer produtos e serviços com qualidade, iniciou em 1995 o Programa de Gerenciamento pela Qualidade Total seguindo a filosofia do TQC *Total Quality Control* (TQC). A adoção do programa de qualidade foi fundamental para conscientização e disseminação de uma nova metodologia na gestão de empresa pública no setor da saúde. Em 1998, o HEMOSC iniciou a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ).

5.2. **Aspectos geográficos e estatísticos**

O estado de Santa Catarina, ocupa área territorial de 95.734km^2 e possui, segundo o último Censo IBGE (2010), 6.248.436 habitantes, que são atendidos por uma rede de 4.470 estabelecimentos de saúde e, em 2018, o crescimento da população foi

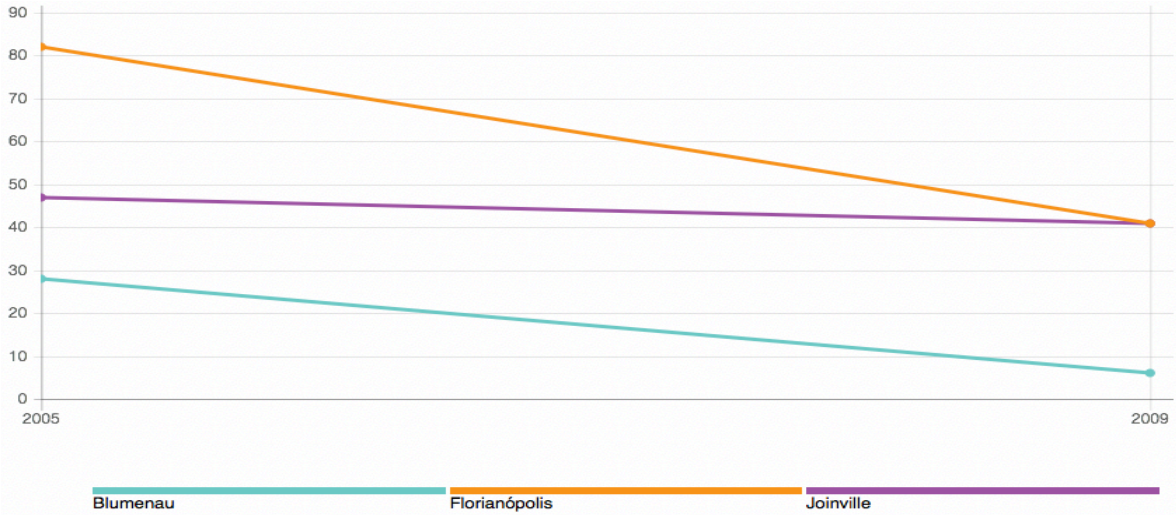
estimado em 13,23%. A cidade de Florianópolis, ocupa 675,40km^2 e possui 421.240 habitantes. Na Figura 17, apresenta-se o número de EAS nas três cidades mais populosas do estado entre os anos de 2005 a 2009, obtido pelo último Censo IBGE (2010), podendo-se observar um crescimento acentuado no número de estabelecimentos de saúde em Florianópolis. Na Figura 18, ilustra-se o número equipamentos de hemodiálise nas mesmas cidades, também obtido pelo último Censo IBGE (2010).

Figura 17 – EAS nas cidades de Florianópolis, Blumenau e Joinville



Fonte: IBGE (2010)

Figura 18 – Equipamentos de hemodiálise em Florianópolis, Blumenau e Joinville



Fonte: IBGE (2010)

Comparando-se as Figuras 17 e 18 observa-se que apesar do crescimento mais acentuado do número de EAS em Florianópolis, compatível com o seu aumento populacional, houve uma redução expressiva no número de equipamentos necessários para as atividades hemoterápicas e hematológicas na cidade. Neste contexto, o decréscimo relacionado ao tratamento das doenças do sangue, aliado à demanda populacional futura, reforça a prioridade de novas proposições nos EAS existentes com esta especificidade. E, neste sentido, os dados reforçam a necessidade de ampliação de área, do HEMOSC coordenador de Santa Catarina justificando assim, a pertinência de licitação do seu Projeto de Reforma.

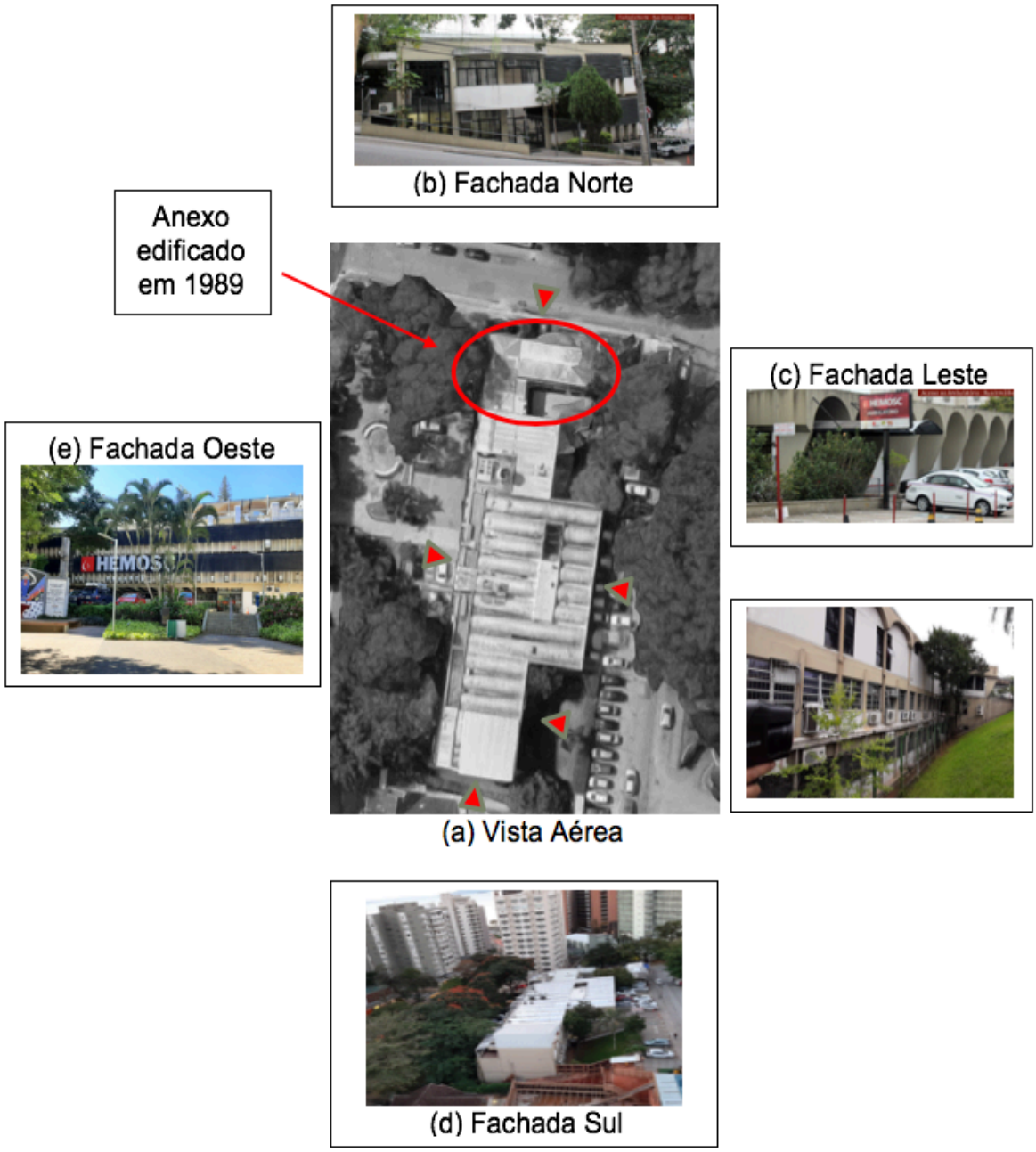
5.3. **Desenvolvimento da pesquisa**

Gutierrez (2016) discorre que a localização do HEMOSC é extremamente privilegiada, uma vez que está situado na região central da cidade, caracterizada por alto fluxo de circulação de pessoas, além da proximidade a vários hospitais (setor hospitalar).

Após ter se tornado Hemocentro coordenador, o HEMOSC passou por um aprimoramento, em 1989, contemplando acréscimo de área construída, em projeção horizontal do terreno independente da edificação existente, anexando um bloco de dois pavimentos, à sua fachada oeste e norte (Figura 19). O novo bloco edificado foi destinado para as atividades administrativas, de treinamento de funcionários e de manutenção. Na Figura 19 apresenta-se a vista aérea e as fachadas da edificação do HEMOSC. Na Figura 19(a) apresenta-se a indicação das fachadas; Na Figura 19(b) a fachada norte e o anexo edificado em 1989; Na Figura 19(c) a fachada leste caracterizada pelo acesso à Rua Irmã Benwarda; Na Figura 19(d) a fachada sul e Na Figura 19(e) a fachada oeste, considerada a fachada principal da edificação, com acesso pela Praça Dom Pedro, situada a Avenida Othon Gama D'eça.

Desde então, a entidade vem se adequando às legislações vigentes, que no uso hospitalar em especial, são caracterizadas por natureza dinâmica. Um grupo multidisciplinar de trabalho foi criado, composto por 28 profissionais de diversos setores, com o objetivo de desenvolver um programa de necessidades, baseando-se nas projeções na área da saúde até o ano de 2050.

Figura 19 – Vista áerea do HEMOSC; (a) Vista aérea da edificação; (b) Fachada Norte; (c) Fachada Leste; (d) Fachada Sul; (e) Fachada Oeste



Fonte: Autora (2019)

O Programa de Necessidades elaborado pela entidade, fundamentou o processo licitatório do novo Projeto de Reforma que visava a expansão das instalações do HEMOSC (conteúdo que será abordado no Capítulo 6).

É importante ressaltar que durante a fase de execução do Projeto de Reforma, o HEMOSC não poderia reduzir suas atividades no atendimento à população e a Hemorrede e, muito menos, interrompê-las, uma vez que está subdimensionado à sua demanda. Da mesma forma, o Hemocentro não poderia reduzir as atividades laboratoriais, pois envolvem o processamento contínuo (24h/dia) das bolsas de sangue coletadas em toda Hemorrede do estado. De outra forma, geraria um colapso de fornecimento de sangue, à rede hospitalar atendida.

Uma vez que o Projeto de Reforma licitado não foi executado e que, o volume das adequações normativas impostas pelo uso da edificação hospitalar é considerável, o laboratório BIM de Santa Catarina (LaBIM/SC), em parceria com uma empresa de escaneamento a laser, promoveu a captura da realidade da sede atual do Hemocentro, com o objetivo de atualizar a sua base cadastral, utilizando-se a metodologia BIM.

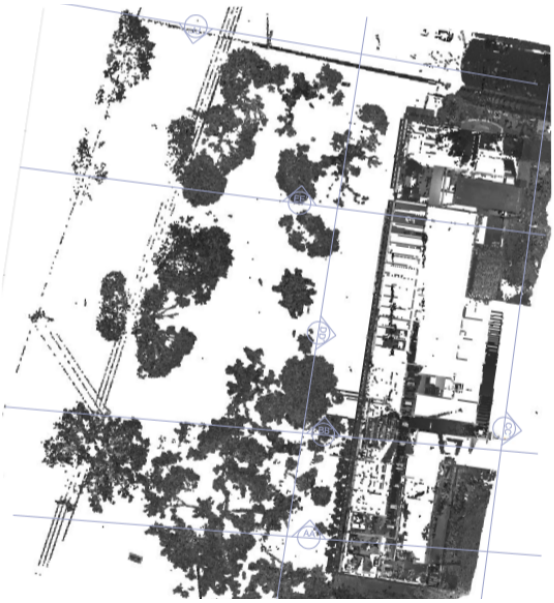
5.3.1. Captura da realidade por meio da técnica 3D *laser scanning*

A captura da realidade, por meio da técnica 3D *laser scanning* foi realizada pelo LaBIM/SC, entre os dias 05 e 07 de abril de 2017, utilizando o equipamento terrestre do tipo estático, modelo Trimble TX8 (cujas especificações estão apresentadas no Anexo D).

Para que o *laser scanner* pudesse registrar toda a área construída da edificação (arquitetura externa e interna), além de suas benfeitorias, o equipamento foi posicionado em 100 cenas diferentes, referenciadas com *targets* e dimensionadas para 3 minutos de escaneamento, por cena. O equipamento utilizado com capacidade de registro de até 1.000.000 pontos por segundo, gerou a nuvem de pontos por meio da superposição de cenas, referenciadas em x, y e z (para cada ponto escaneado).

Na Figura 20 apresenta-se as configurações físicas representativas do Ambiente Construído e seu envoltório, capturados pelo levantamento realizado, configurando o estágio Pré-BIM do HEMOSC. Para efeito de melhor visualização e interpretação, na Figura 21 apresenta-se o registro fotográfico (vista aérea) correspondente.

Figura 20 – Nuvem de pontos da edificação



Fonte: LaBIM/SC (2017)

Figura 21 – Vista aérea



Fonte: Secretaria de planejamento de SC, 2017 (adaptado pelo LaBIM/SC)

A edificação do HEMOSC está localizada na região central da cidade, em quadra comum a Praça Dom Pedro, que abriga vegetação de grande porte (Figura 22). A

implantação do Projeto de Reforma demanda a retirada de grande parte dessa vegetação.

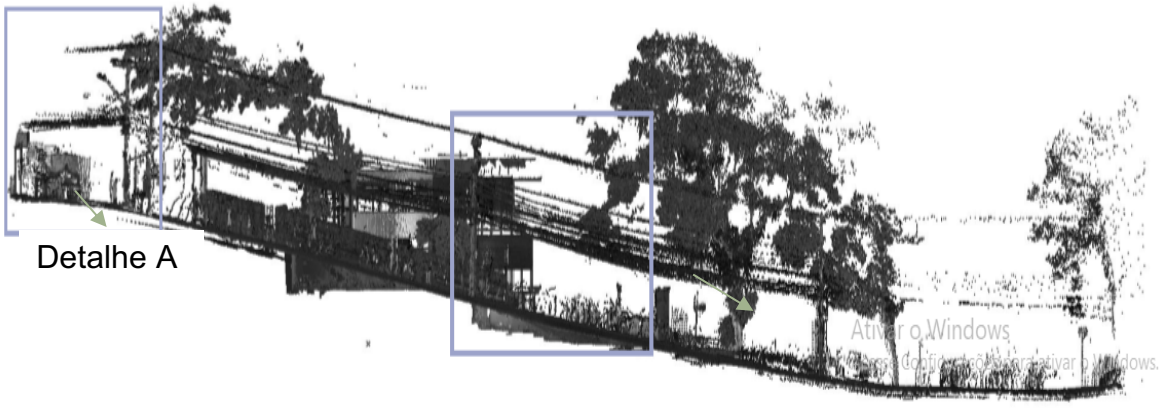
Figura 22 – Praça Dom Pedro



Fonte: Autora (2019)

A nuvem de pontos revelou a existência de cabeamento elétrico existente, (Figuras 23 a 25) que dificultaria a inserção de equipamentos e máquinas de grande porte no caso de execução de obras.

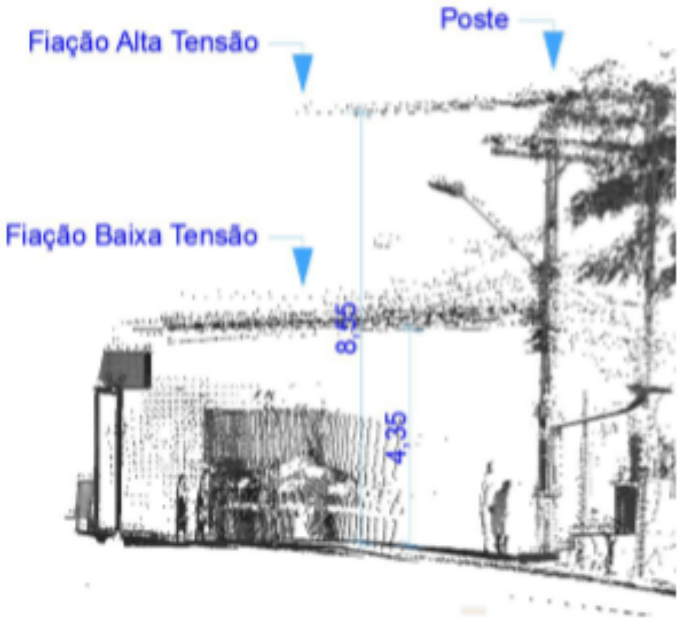
Figura 23 – Corte FF' da nuvem de pontos



Fonte: LaBIM/SC (2017)

Na Figura 24 apresenta-se o detalhe A, onde é possível extrair as cotas das alturas das redes de alta e baixa tensão. Na Figura 25, apresenta-se o detalhe B e as cotas referentes ao cabeamento elétrico (aéreo).

Figura 24 – Detalhe A: Infraestrutura existente



Fonte: LaBIM/SC (2017)

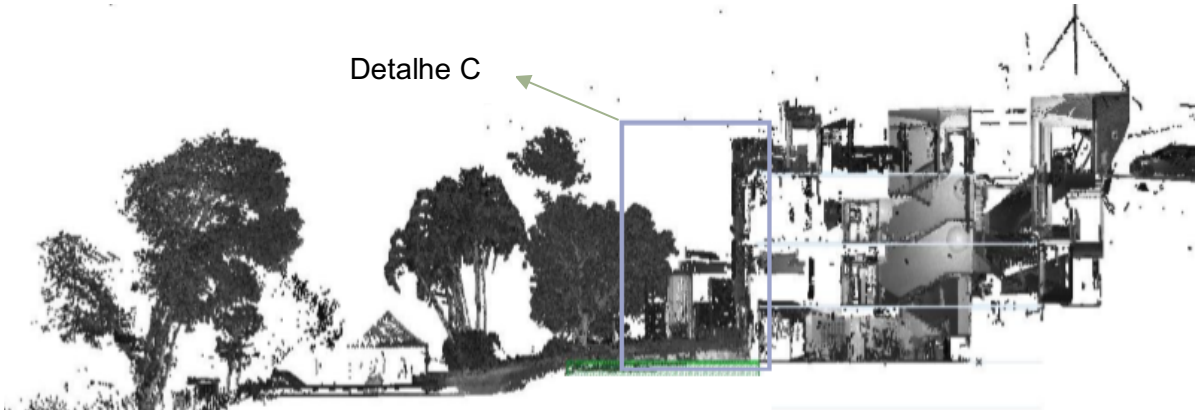
Figura 25 – Detalhe B: Cabeamento elétrico



Fonte: LaBIM/SC (2017)

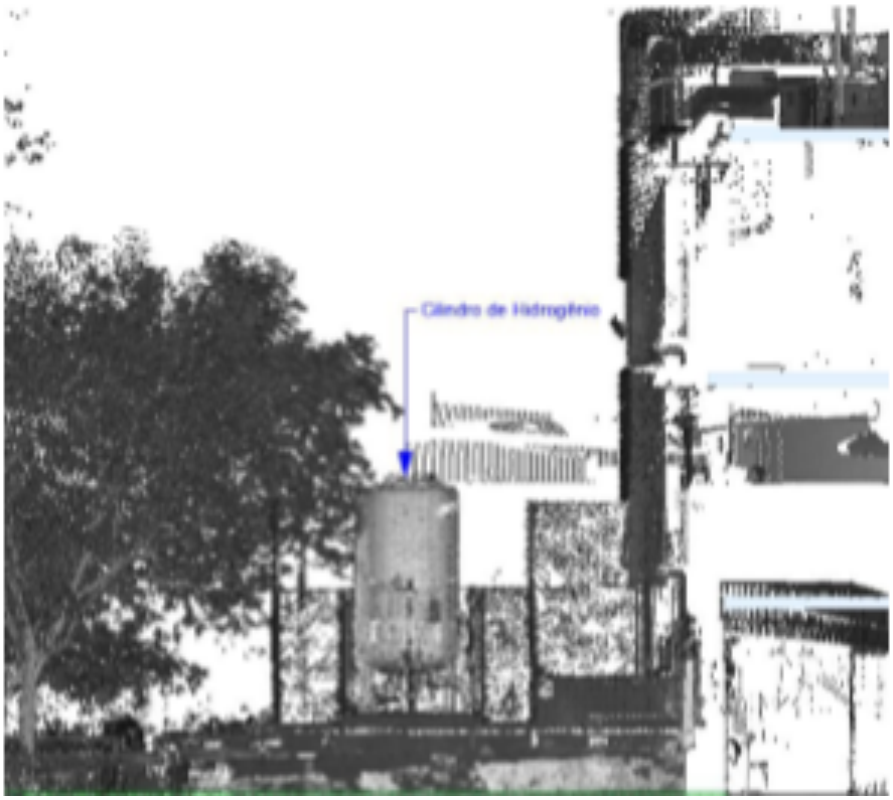
Na Figura 26, apresenta-se o corte BB’ da nuvem e parte da infraestrutura local e, na Figura 27, ilustra-se o Detalhe C (cilindro de Nitrogênio) que abastece o Laboratório de Criobiologia.

Figura 26 – Corte BB’ da nuvem de pontos



Fonte: LaBIM/SC (2017)

Figura 27 – Detalhe C: Cilindro de Nitrogênio

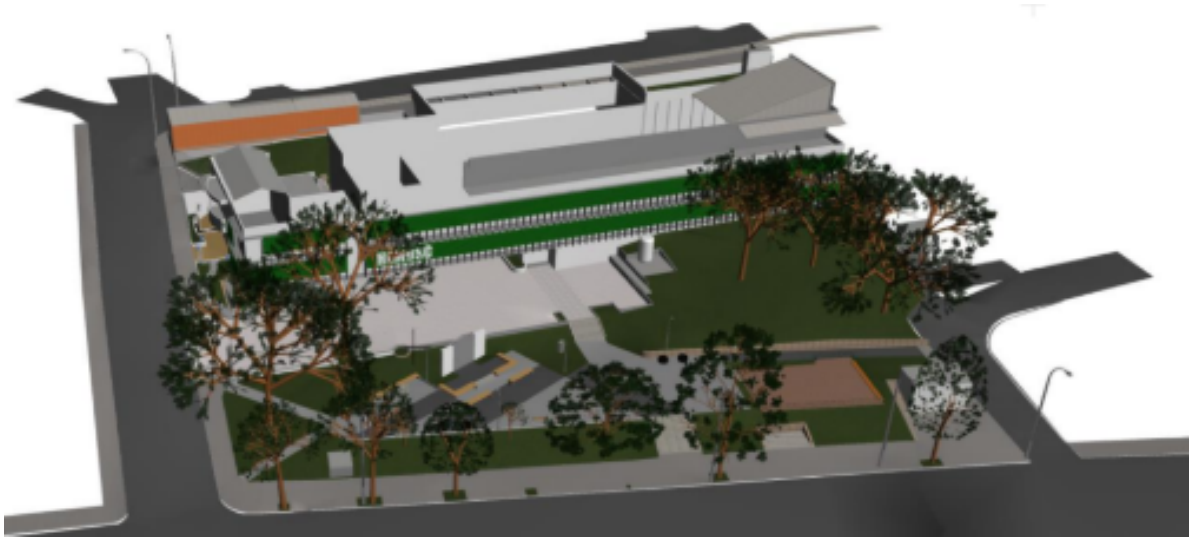


Fonte: LaBIM/SC (2017)

5.3.2. Modelagem arquitetônica

A partir do processamento da nuvem de pontos gerada pelo 3D *laser scanning*, foi desenvolvida a modelagem arquitetônica da edificação existente (estágio BIM 1) em *software* BIM *Archicad*. As informações contidas na nuvem de pontos ainda possibitaram a modelagem do envoltório: terreno, vegetação existente no local, infraestrutura existente e parte do entorno urbano, formatando o cenário virtual (Figura 28).

Figura 28 – Cenário virtual



Fonte: LaBIM/SC (2017)

5.3.2.1 Mapeamento dos usos do espaço

Para análise dos usos atuais do espaço do Hemocentro, foi desenvolvido o mapeamento da edificação, dividido por categoria de utilização e numerado em setores. No Quadro 3, apresenta-se a classicação por categoria (Administrativo, Apoio, Circulação, Laboratórios, Manutenção, Público, Sangue e Usuário), identificado por cores diversas.

Nas Figuras 29 a 32 ilustram-se o 1º, 2º, 3º e 4º pavimentos do modelo *As-is* BIM, respectivamente (setorizados numericamente de 1 a 129) com o mapeamento do uso de seus espaços, de acordo com as categorias classificadas.

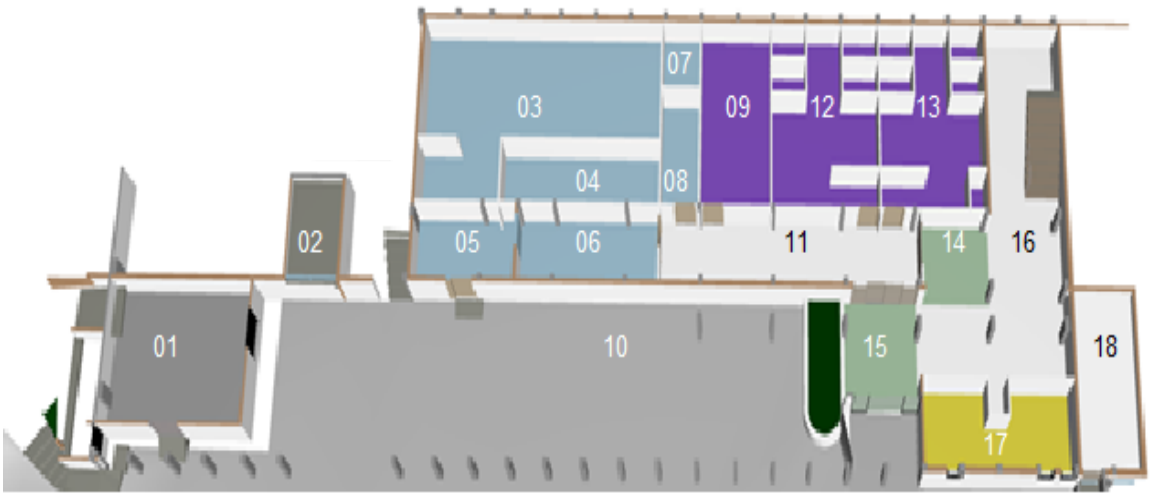
Quadro 3 – Categorias de usos do HEMOSC

Cor	Categoria	Descrição do uso
	Administrativo	Áreas destinadas as atividades administrativas
	Apoio	Ambientes dedicados aos funcionários
	Circulação	Ambientes que promovem conexões com os demais
	Laboratórios	Ambientes equipados com funções de análises
	Manutenção	Ambientes com equipamentos e suprimentos para conservação dos demais
	Público	Ambientes para recepção e atendimento ao público
	Sangue	Ambientes para manipulação do sangue
	Usuário	Ambientes destinados a coleta de sangue

Fonte: LaBIM/SC (2017)

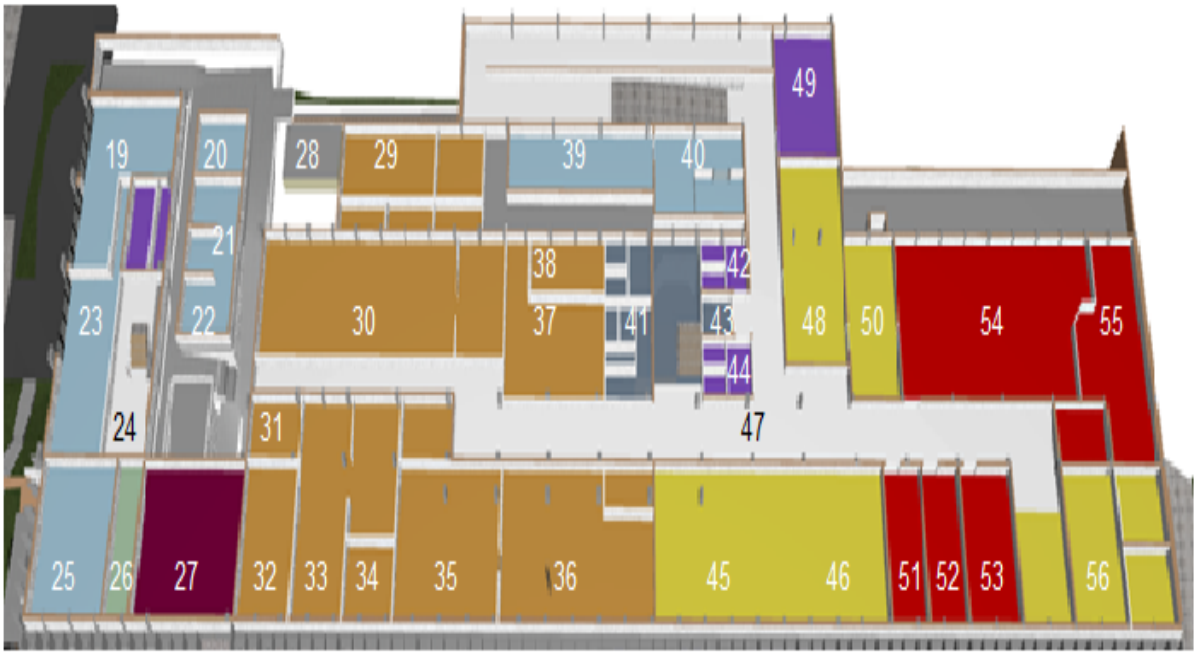
Os 129 setores mapeados estão distribuídos nos quatro pavimentos da edificação e foram classificados de acordo com as oito categorias de uso, Administrativo, Sangue, Apoio, Público, Circulação, Usuário, Manutenção e Laboratório.

Figura 29 – Mapeamento dos usos no 1º pavimento (setores 1 a 18)



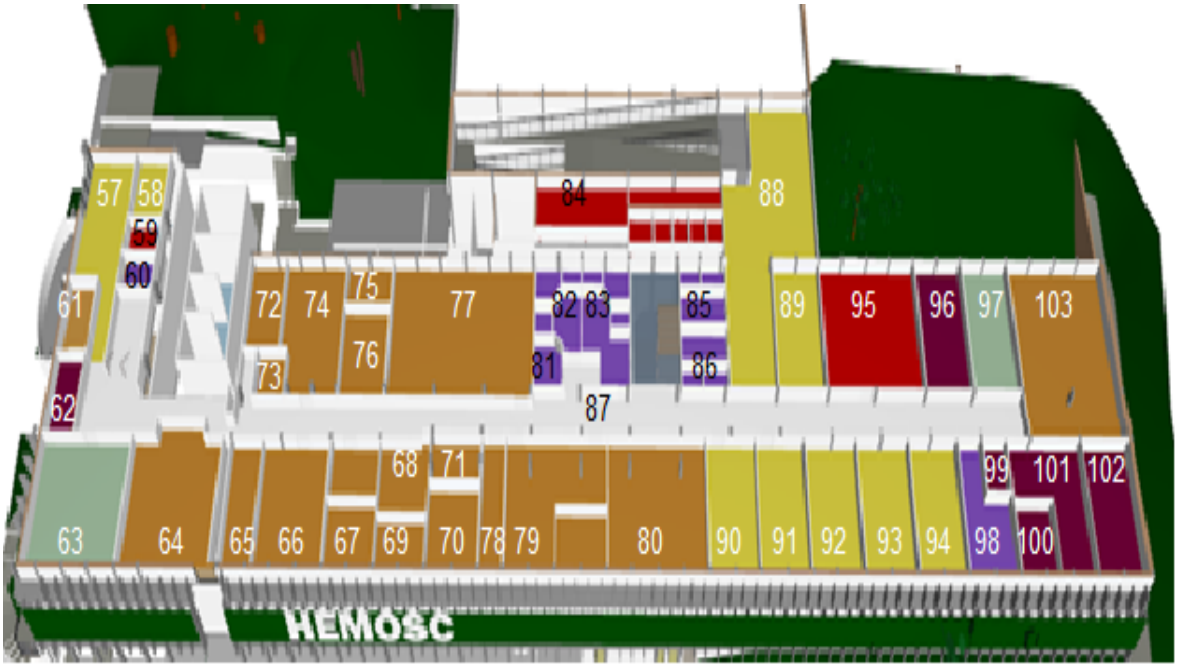
Fonte: LaBIM/SC, 2017 (adaptado)

Figura 30 – Mapeamento dos usos no 2º pavimento (setores 19 a 56)



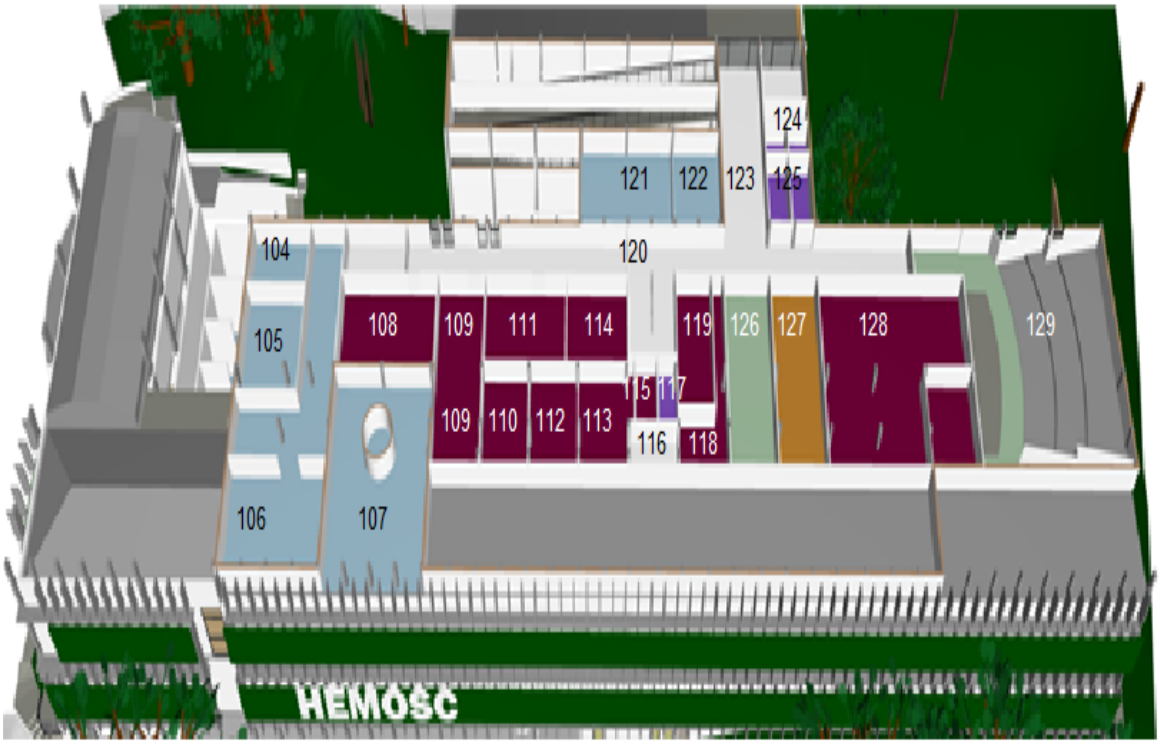
Fonte: LaBIM/SC, 2017 (adaptado)

Figura 31 – Mapeamento dos usos no 3º pavimento (setores 57 a 103)



Fonte: LaBIM/SC, 2017 (adaptado)

Figura 32 – Mapeamento dos usos no 4º pavimento (setores 104 a 129)

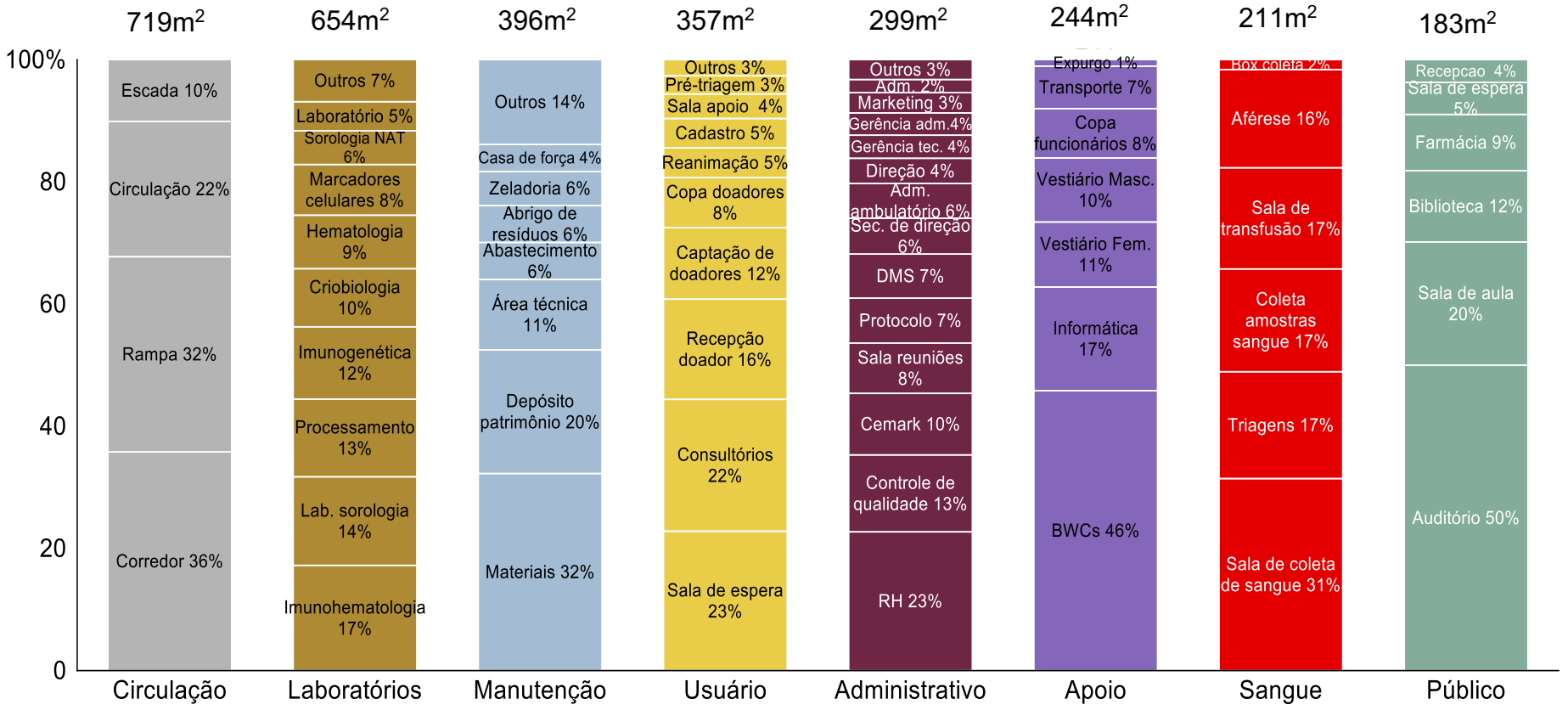


Fonte: LaBIM/SC, 2017 (adaptado)

Nas Tabelas de A.1 a A.8 do apêndice A apresenta-se as oito categorias de uso com a área total de cada categoria (m^2) gerada pela somatória das áreas parciais (setores) e a representatividade percentual (%) de cada categoria em relação a área total construída da edificação em uso.

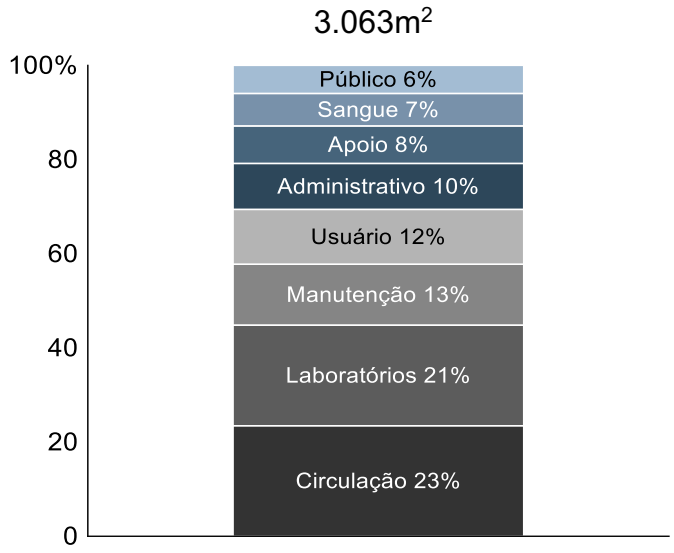
Na Figura 33 é apresentado o detalhamento das composições das áreas parciais (m^2) de cada categoria de uso e as suas áreas totais, e na Figura 34 são apresentadas as suas representatividades percentuais (%), em relação a área total da sede atual do HEMOSC (3.063m^2).

Figura 33 – Composição (%) das áreas parciais (m^2)



Fonte: Autora (2017)

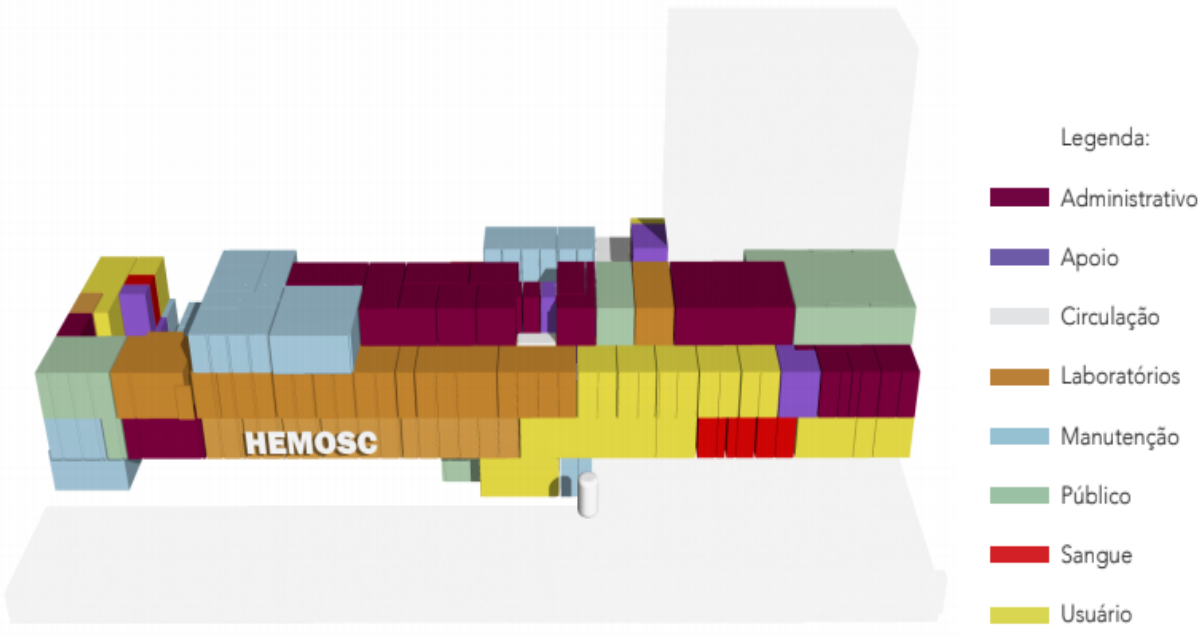
Figura 34 – Representatividade das categorias mapeadas



Fonte: Autora (2017)

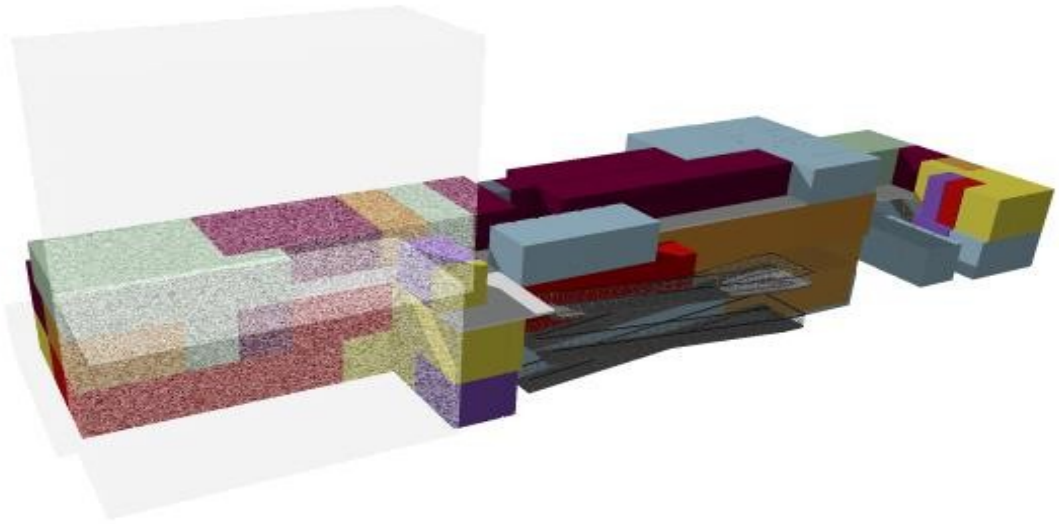
Nas Figuras 35 e 36, ilustram-se as vistas oeste e leste, em volumetria, respectivamente. Na Figura 37 apresenta-se o esquema isométrico, por pavimento.

Figura 35 – Vista oeste do modelo *As-is* BIM



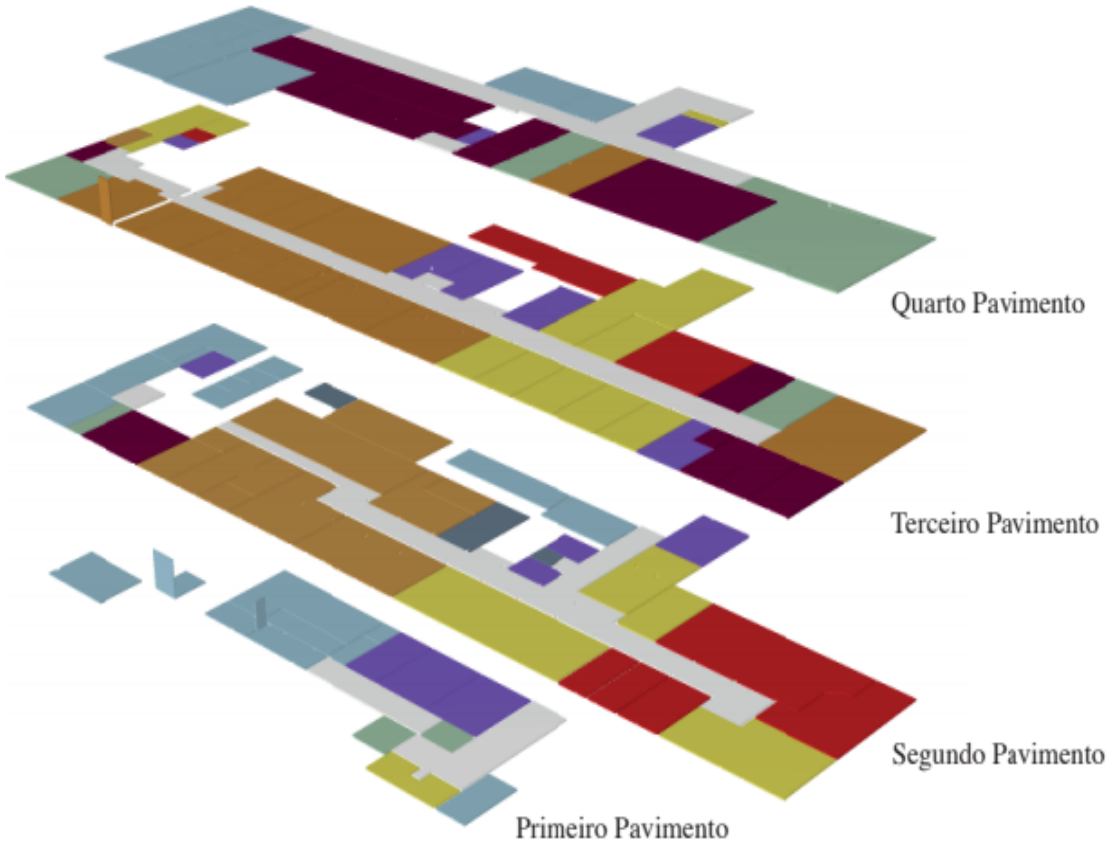
Fonte: LaBIM/SC (2017)

Figura 36 – Vista leste do modelo *As-is* BIM



Fonte: LaBIM/SC (2017)

Figura 37 – Isométrico do modelo *As-is* BIM



Fonte: LaBIM/SC (2017)

5.3.3. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC 50/2002) referente às análises da programação físico funcional do HEMOSC

Com o objetivo de analisar os quesitos obrigatórios, atendidos e não atendidos à RDC 50/2002, pela sede atual do HEMOSC, selecionou-se as Unidades Funcionais (UF) aplicáveis aos usos específicos do Hemocentro. Destaca-se que, uma vez que a edificação atual entrou em atividade em 1971 (anterior a RDC 50/2002), alguns quesitos podem não atender, integralmente, às exigências estabelecidas pela Regulamentação. No apêndice B, são apresentadas as tabelas de verificações quanto ao atendimento normativo e no item 5.3.1.1 será apresentada a análise da edificação existente, quanto ao atendimento à RDC 50/2002.

5.3.3.1 Resultados

Quanto ao atendimento das exigências obrigatórias referentes a Unidade Funcional 1 (ATENDIMENTO AMBULATORIAL), o 1º pavimento possui 1 Sala de atendimento individualizado com área de 14,32m^2 que atenderia a finalidade em quantidade e área mínima (Tabela B.1 - Apêndice B).

Como pode-se observar na Tabela B.1 do apêndice B, dos 7 quesitos obrigatórios 2 não foram atendidos: Sala de imunização e Sala de utilidades. Apurou-se também que, apesar de não cumprir o quesito referente à Sala de demonstração e educação em saúde, no 4º pavimento existe 1 Auditório que contemplaria a finalidade educativa dentre outras, além disso, tanto o 2º pavimento quanto o 3º pavimento, possuem Salas de aula que absorveriam também essas atividades. Desta forma, considerou-se quesito atendido.

As Unidades Funcionais 2 (ATENDIMENTO IMEDIATO) e 3 (INTERNAÇÃO) não se aplicam às atividades desenvolvidas pelo Hemocentro, portanto não foram consideradas nessa análise.

Na Tabela B.2, do apêndice B pode-se observar que, na Unidade Funcional 4 (APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA), que aborda atividades específicas do Hemocentro (Patologia Clínica e Hematologia e Hemoterapia), os quesitos foram,

quase totalmente, atendidos. Uma vez que os Laboratórios possuem considerável representatividade na área total construída da edificação (21%), todas as unidades laboratoriais atenderam à área mínima, com exceção de Sala para lavagem de vidrarias e Quarto de plantão.

Pode-se observar ainda na Tabela B.2, do apêndice B que nos ambientes destinados Hemoterapia e Hematologia, todos os quesitos foram cumpridos em quantidade e área mínimas, com exceção do Posto de enfermagem e serviços, Sala de utilidade e Sala para lavagem e secagem de vidrarias. Quanto ao quesito Sala para recuperação de doadores, apesar de não existir ambiente com essa denominação específica, existe ambiente intitulado Reanimação na sede do Hemocentro, no 2º pavimento, (área situada ao lado da sala de coleta de sangue que, atende ao quesito em área 6m^2), portanto, pode-se verificar na Tabela B.2 do apêndice B que dos 28 quesitos obrigatórios, 5 não foram atendidos.

Quanto à Unidade Funcional 5 (APOIO TÉCNICO), na atividade de Nutrição e Dietética, foi considerado apenas o item Lanchonete para doadores, uma vez que o HEMOSC não oferece internação para seus pacientes e não possui refeitório (item optativo) para funcionários, alunos e público. Entretanto, os funcionários contam com espaço comunitário (Copa de funcionários) no 2º pavimento, com área de 19,73 m^2 e, apenas os doadores têm Lanchonete no 2º pavimento, com área de 29,10m^2, compatível com 1m^2 por doador e número superior ao número de poltronas existentes na sala de coleta de sangue (8 poltronas). O item Farmácia está localizado no 2º pavimento, porém, não é configurado por divisão entre recepção e inspeção e não possui área de distribuição. Dos 4 quesitos obrigatórios, 3 foram atendidos e 1 não atendido (Tabela B.3 - Apêndice B).

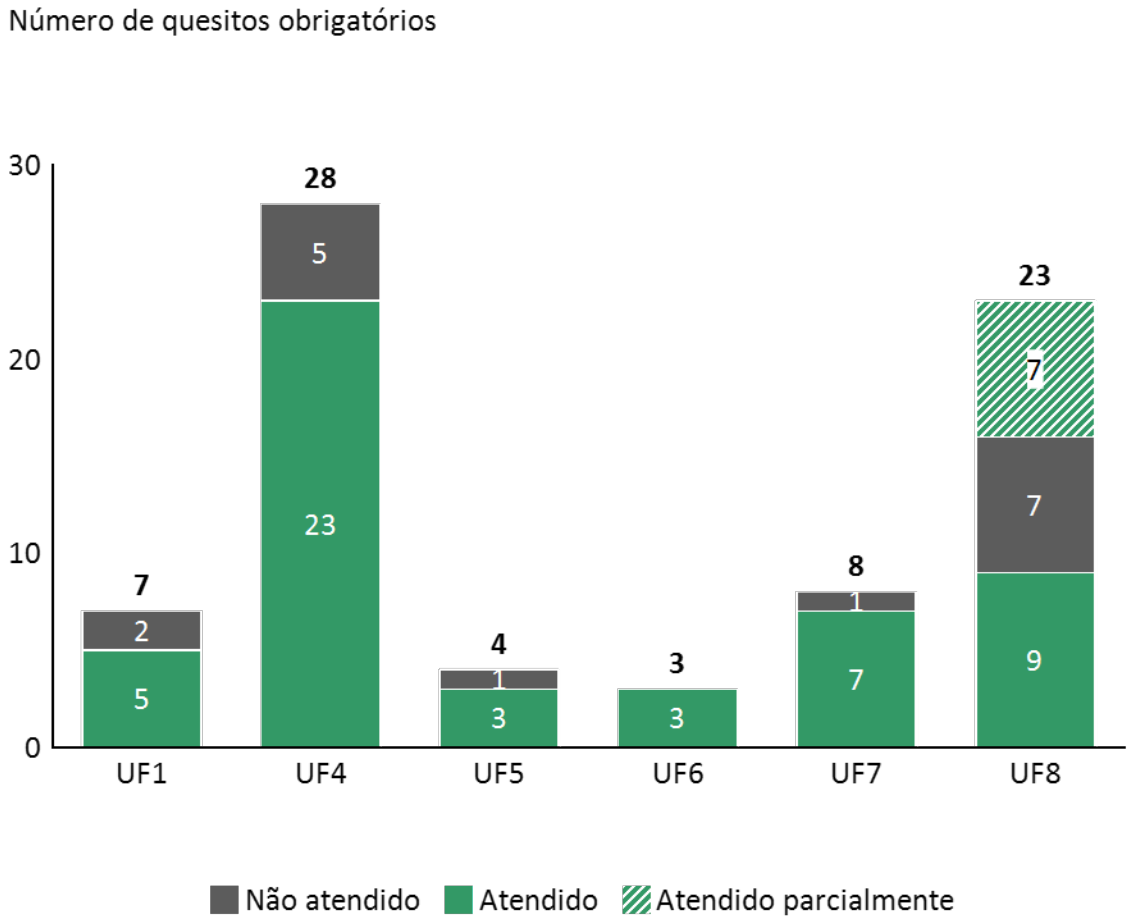
A Unidade Funcional 6 (ENSINO E PESQUISA), é contemplada por Salas de ensino no 2º e 3º pavimentos, Biblioteca e Anfiteatro (Auditório) porém, não existem Salas de professor, Salas de estudo (trabalho individual), Sanitários e Copa para alunos. Todavia, a RDC 50/2002 relata que a Unidade Funcional Ensino e Pesquisa não configura, necessariamente, uma unidade física e desta forma pode-se considerar, verificando a Tabela B.4 do apêndice B, que nenhum quesito deixou de ser atendido.

A Unidade Funcional 7 (APOIO ADMINISTRATIVO), no item destinado a Serviços Administrativos / Clínicos / Enfermagem e Técnico, foram cumpridas todas as exigências de acordo com as atividades e organização administrativa da instituição, já que o 4º pavimento e o anexo construído em 1989, acomodam atividades administrativas como Sala de direção, Sala de reuniões, Salas administrativas e Área para execução de serviços administrativos. As demais atividades obrigatórias, que envolvem os itens Arquivo administrativo, Controle de funcionário (ponto) e Área para atendimento ao público, são atendidas em número e área mínimas, exceto a área exclusiva para Arquivo médico (ativo e passivo), e desta forma, atendem 7 dos 8 quesitos obrigatórios (Tabela B.5 - Apêndice B).

A Unidade Funcional 8 (APOIO LOGÍSTICO) no item Central de Administração de Materiais e Equipamentos e Manutenção, foram contemplados nos 1º e 4º pavimentos da edificação exceto, a Área para guarda de cadeiras de rodas, além da área destinada a Recepção e inspeção de mobiliário. Ressalta-se que, atualmente, as cadeiras de rodas são acomodadas sob as rampas da edificação existente porém, não cumprem os quesitos obrigatórios de área mínima. Os quesitos Conforto e Higiene referente a Box de vestiário para pacientes: Sanitário exclusivo para paciente e doador, Guarda de pertences de paciente, doador e públicos, Sala de estar para funcionários e Quartos de plantão para funcionários, não foram atendidos. Os ambientes Recepção e espera de paciente, doador e acompanhantes, Vestiários central para funcionários, Área para guarda de pertences de funcionários e Sala de espera para público existem na sede entretanto, não atenderam à área mínima exigida. Os ambientes referentes a Limpeza e Zeladoria, Segurança e Vigilância e Infraestrutura Predial são contemplados pela sede, exceto a Sala de utilidades com pia de despejo e Sala de preparo de equipamentos. Sendo assim, como pode ser verificado na Tabela B.6 do apêndice B, dos 23 quesitos obrigatórios, 9 foram atendidos, 7 não atenderam a área mínima e 7 não foram atendidos.

Na Figura 38, apresenta-se o gráfico que ilustra o atendimento da sede atual do Hemocentro, aos 73 quesitos da RDC 50/2002 analisados que estão subdivididos em atendidos, parcialmente atendidos (não atendem área mínima) e, não atendidos.

Figura 38 – Atendimento à RDC 50/2002 pela sede atual do HEMOSC

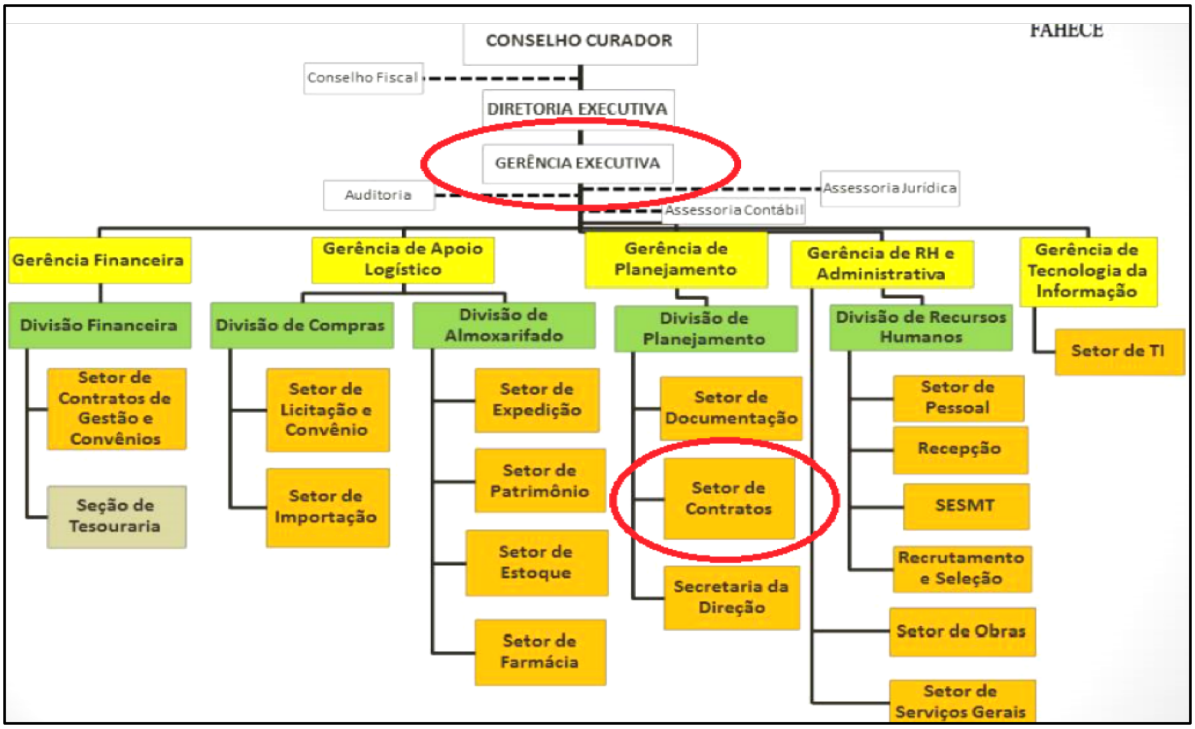


Fonte: Autora (2019)

6. OBJETO DE ESTUDO - PROJETO DE REFORMA

O HEMOSC apresenta algumas particularidades em relação às demais unidades vinculadas à Secretaria de Estado de Saúde, dentre elas o fato de que, desde 22 de fevereiro de 1994, através de parceria estabelecida com o Governo do Estado de Santa Catarina, o gerenciamento de seus recursos vem sendo efetuado pela Fundação de Apoio HEMOSC/CEPON - FAHECE. Na Figura 39, ilustra-se o organograma da Fundação.

Figura 39 – Organograma FAHECE



Fonte: FAHECE (2019)

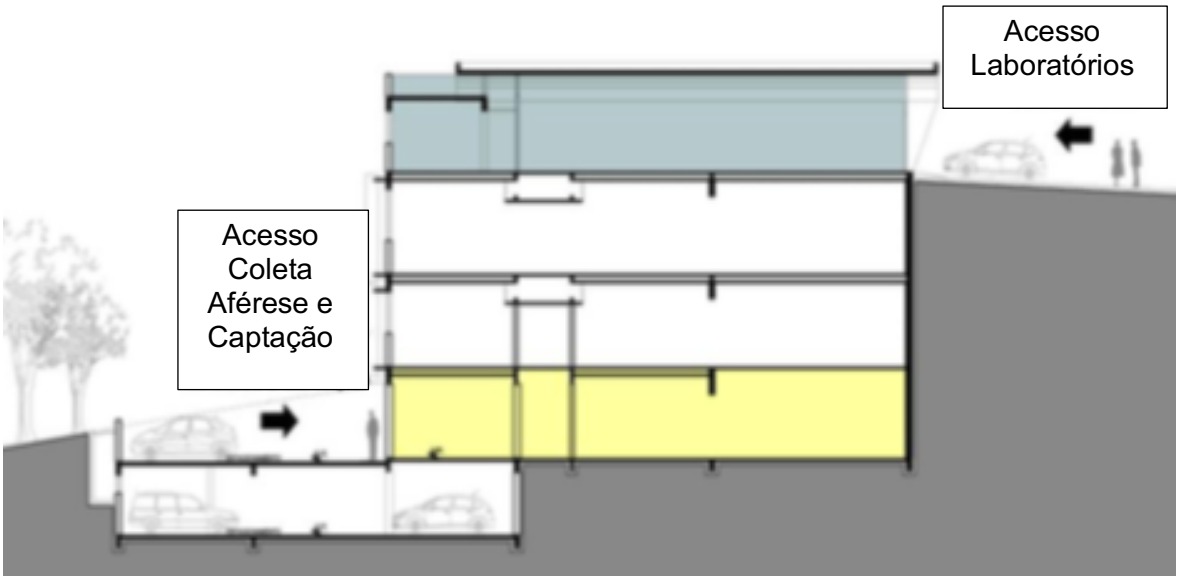
Utilizando recursos do superávite de 2009, o setor de Contratos da FAHECE licitou o Projeto de Reforma do HEMOSC (2010), por meio da Coleta de Preços 103/10, com o objetivo de melhorar a Hemorrede do estado. As planilhas de serviços (CP 103/10) estão ilustradas no Anexo E.

6.1. **Plano Diretor**

O Plano Diretor do HEMOSC foi desenvolvido baseado no plano de necessidades (produto resultado do trabalho multidisciplinar do HEMOSC), entitulado “Plano Diretor de Readequação e Modernização” e foi entregue à entidade em Agosto de 2011, referenciando as premissas que fundamentaram o Projeto de Reforma em seis quesitos principais: Melhorias de Fluxos e Acessos; Criação de áreas restritas para os Laboratórios; Melhoria da Circulação vertical/Elevadores; Criação de Novas Vagas de Estacionamento; Remanejamento das Áreas Administrativas e Criação de novas áreas destinadas a Ensino, Pesquisa e Planejamento. O Plano Diretor visava maximizar e aperfeiçoar os procedimentos a entidade, ampliando, reformando, construindo ou adequando o espaço físico de suas unidades.

No quesito referente às melhorias de Fluxos e Acessos, visando a reorganização e o estabelecimento de um sistema de circulação diferenciado para os públicos diversos, o Plano Diretor propôs direcionar os acessos de doadores e pacientes, exclusivamente, para os andares contemplados por acessos externos e diretos. Desta forma foi proposto que o acesso para doadores (Coleta, Aférese e Captação) fosse direcionado para o 1º pavimento e o acesso dos pacientes e doadores (Ambulatório e Laboratórios) para o 4º pavimento, como ilustrado na Figura 40.

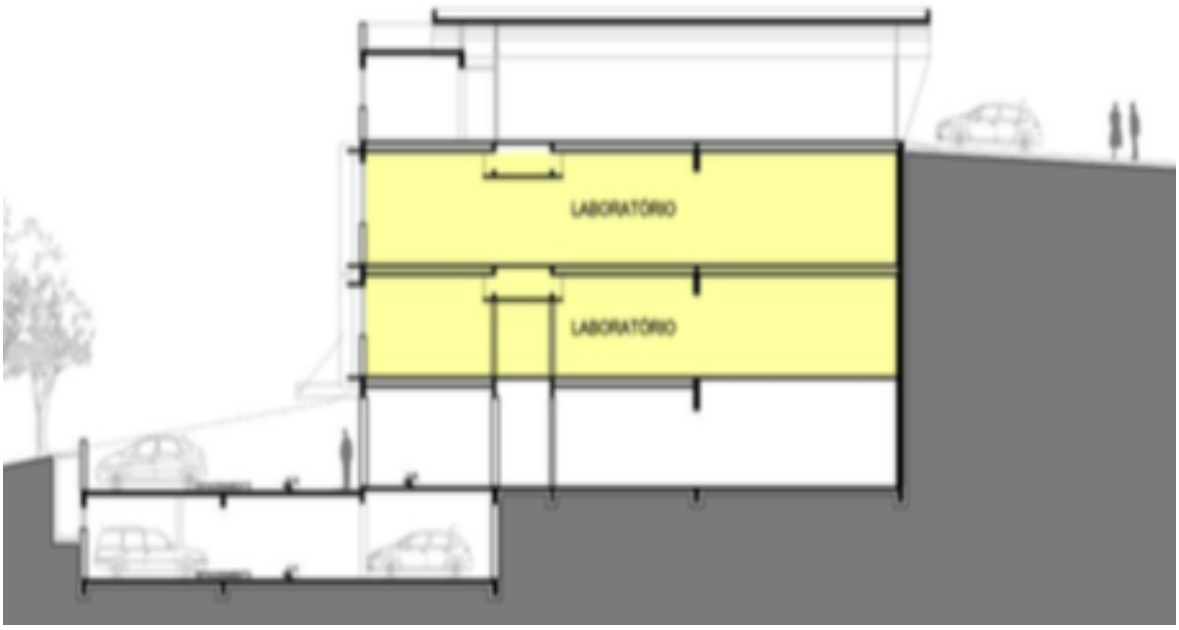
Figura 40 – Proposta para Fluxos e Acessos



Fonte: FAHECE (2011)

No quesito referente as áreas restritas, o Plano Diretor propôs que os pavimentos intermediários (2º e 3º pavimentos) se destinassem exclusivamente ao uso de Laboratórios (Figura 41) inclusive, com previsão de área para expansão futura, permitindo a absorção de novos serviços e tecnologias, ao longo do tempo.

Figura 41 – Proposta para Laboratórios

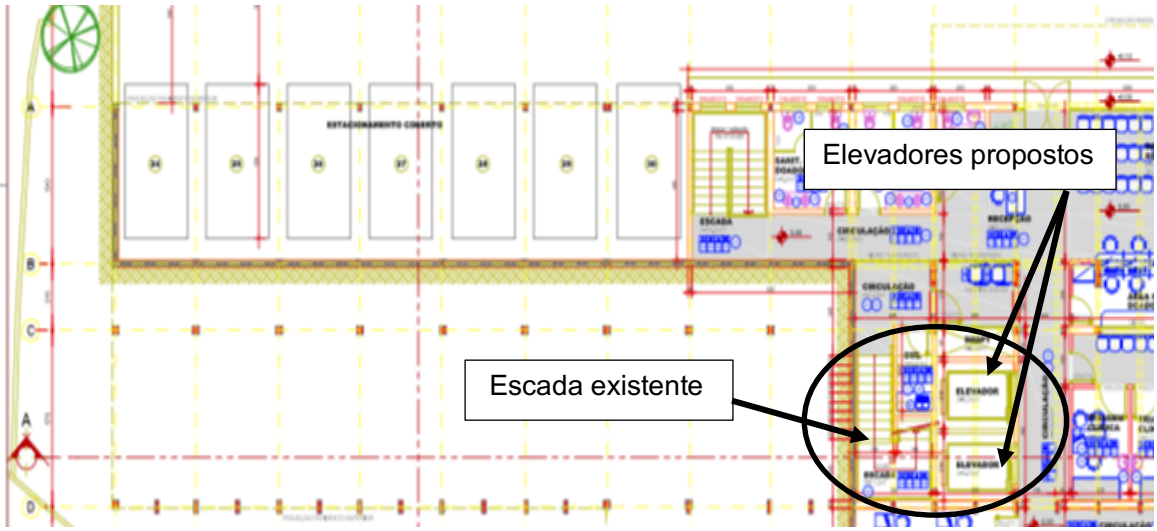


Fonte: FAHECE (2011)

O Plano Diretor ainda indicou a substituição das rampas por elevadores, uma vez que não permitiam o desenvolvimento de uma política ideal de fluxos no interior do edifício exigindo grandes percursos a serem percorridos. Além de melhorar os fluxos internos, a demolição das rampas geraria novas áreas que foram utilizadas para ampliação desses pavimentos. Para atender essa premissa foram propostos a implantação de quatro elevadores: dois destinados a movimentação restrita de funcionários, materiais e equipamentos e dois para usuários de modo geral.

Dois destes elevadores estão previstos no 1º pavimento, no setor 13 (Vestiário masculino), em região limítrofe à escada da edificação existente, como ilustrado na Figura 42, onde destaca-se a proximidade dos elementos (caixa de escada existente e a nova caixa de elevadores).

Figura 42 – Proposta para Elevadores no Bloco 2



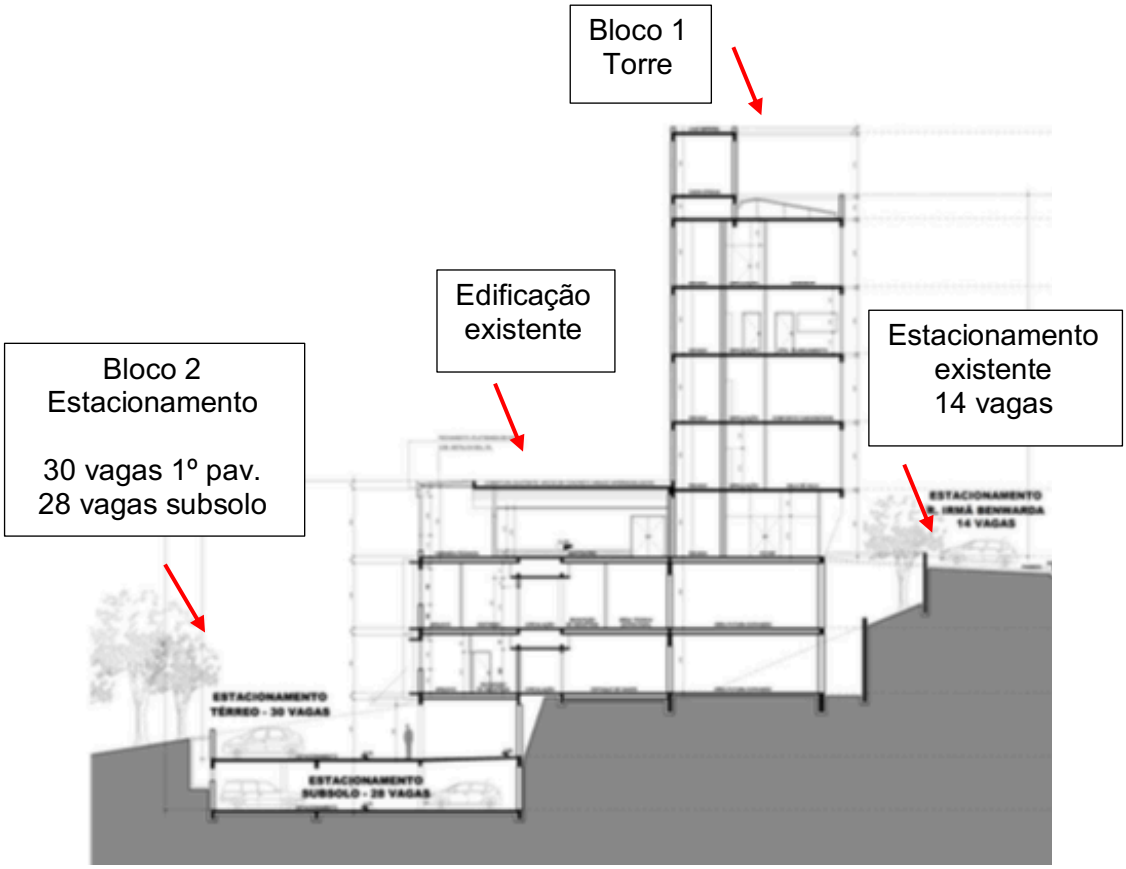
Fonte: FAHECE (2012)

Visando o atendimento de criação de novas Vagas de Estacionamento, foram propostas 58 novas vagas, sendo 30 unidades no pavimento térreo e 28 no subsolo do Bloco 2 (Figura 43). Visto que, já existiam 14 vagas (acesso pelo 4º pavimento), o número de total de vagas passou a ser 72.

Com o objetivo de solucionar a logística de remanejamentos e ampliações abordadas nos itens “Remanejamento das áreas administrativas e Criação de novas áreas destinadas a Ensino, Pesquisa e Planejamento”, foram indicadas a retirada das áreas administrativas no 4º pavimento para o prédio edificado em 1989 e a criação de novas áreas destinadas a Ensino, Pesquisa e Planejamento.

O objeto de estudo, Projeto de Reforma, foi entregue a entidade em 2012. Desenvolvido no *software Autocad* 2D, contemplou acréscimo de 2.562,28m^2 de área construída, representando um aumento de 83,65% em relação a área da sede atual. O acréscimo foi proposto em parte da edificação existente (1º pavimento) e dois novos blocos: Bloco 1 (contemplado pela Torre com 8 pavimentos) e Bloco 2 (contemplado pelo Estacionamento com 2 pavimentos), como ilustrado na Figura 43. As plantas arquitetônicas do Projeto de Reforma, estão ilustradas no Anexo C.

Figura 43 – Corte transversal



Fonte: FAHECE (2011)

O Plano Diretor apresentou uma logística para execução das obras de reforma e ampliações, em 33 meses, proposta em 10 fases estratégicas divididas em 3 Marcos principais: o Marco é 1 definido pela finalização das obras do pavimento térreo e Elevadores de serviço, envolvendo as fases de 1 a 5; o Marco 2 é caracterizado pela finalização das obras da torre, envolvendo as fases 1 a 7 e o Marco 3 é destinado à finalização das obras dos estacionamentos, abordando as fases 1 a 10. Na Figura 44, ilustra-se o cronograma das atividades contempladas pelo Plano Diretor e suas respectivas fases moduladas em 3 meses, exceto a fase 10, prevista com a duração de 6 meses.

A Fase 1 caracterizou-se pela desocupação das áreas administrativas atuais no 4º pavimento, início das obras da torre (Bloco 1) e dos novos estacionamentos (Bloco 2), além do início da ampliação do 1º pavimento (Elevadores).

Na Fase 2 abordou-se a construção de novo Ambulatório no 4º pavimento (anteriormente ocupado pelas áreas administrativas).

Na Fase 3 foram previstas a implantação das áreas da Sorologia / Assessoria de informática e do setor de Materiais (no 3º pavimento em função da alteração do Ambulatório).

Na Fase 4 considerou-se as implantações dos setores de Processamento e Laboratório de Qualidade (no 2º pavimento, em função da saída dos setores de Sorologia e Assessoria de Informática).

Na Fase 5 definiu-se o fechamento do Marco 1, ampliando o setor de Imuno-hematologia, no 2º pavimento (com a saída do setor de Processamento), entitulado “Finalização das obras do pavimento térreo / Elevadores de serviços”, como ilustrado na Figura 44.

A fase 6 estabeleceu o início das obras nos setores de Coleta / Captação e Aférese, no 1º pavimento (em função do remanejamento do setor de Materiais para o 3º pavimento).

Na sequência, a Fase 7 abordou a implantação dos setores: Copa / Lanche de colaboradores; Sanitários gerais; Criobiologia; Depósito de Material de Limpeza (DML) e Lavação de materiais, no 2º pavimento (em função da saída dos setores de Coletas, Captação e Aférese, remanejados para o 1º pavimento), definindo o fechamento do Marco 2 (Figura 44).

A fase final de obras, caracterizou-se pelas Fases 8, 9 e 10. A Fase 8 abordou a implantação provisória dos setores Marcadores Celulares / Hematologia e Imunogenética (concluída na etapa anterior). A Fase 9 se referia às implantações definitivas dos setores da fase anterior, no 3º pavimento modernizado e a Fase 10 contemplou a implantação definitiva dos setores de Direção / Ensino / Pesquisa / Treinamento e Administrativos, no prédio anexo (edificado em 1989), finalizando o Marco 3 (Figura 44).

Figura 44 – Logística de Reformas e Ampliações

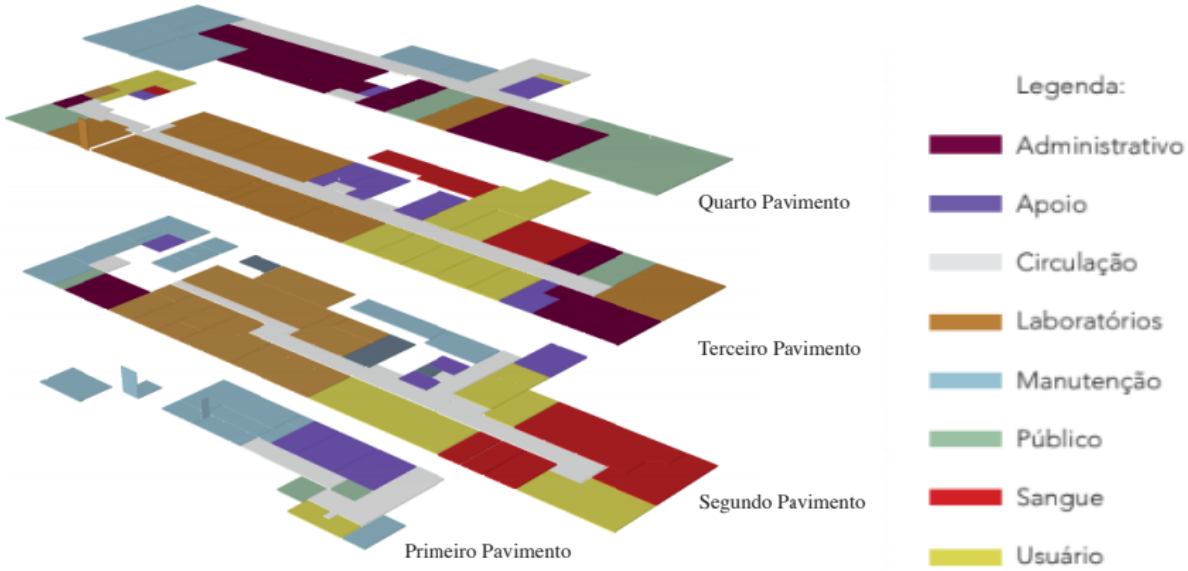
ATIVIDADES CONTEMPLADAS	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5	FASE 6	FASE 7	FASE 8	FASE 9	FASE 10
Início das obras de ampliação 1º pavimento / Elevadores de serviço										
Início das obras do Bloco 1 (7 pavimentos tipo e 1 subsolo)										
Início das obras dos estacionamentos Bloco 2										
Ampliação e readequação do setor de Imuno-hematologia										
Desocupação das áreas administrativas no 4º pavimento										
Construção do novo ambulatório no 4º pavimento										
Implantação Sorologia,Informatica, Setor Materiais no 3º pavimento										
Implantação Processamento e Laboratórios Qualidade no 2º pavimento										
Ampliação Imuno-hematologia no 2º pavimento										
Obras setores Coleta, Captação e Aferese no 1º pavimento										
Implantação Copa, Lanche, Criobiologia, DML, Lav., Sanitários no 2º pavimento										
Implantação provisória Laboratórios diversos no 3º pavimento										
Implantação definitiva Laboratórios diversos no 3º pavimento										
Implantação setores Direção, Ensino, Pesquisa, Treinamento, adm./prédio anexo										

Fonte: FAHECE, 2011 (adaptado)

6.2. **Análises preliminares possibilitadas pelo modelo *As-is* BIM**

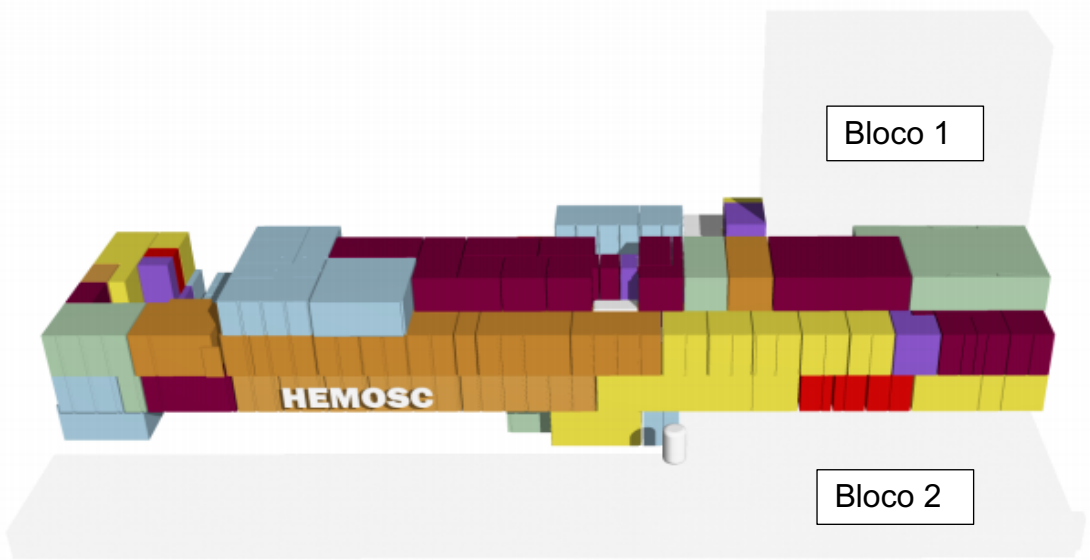
A modelagem arquitetônica auxiliou inicialmente, no mapeamento dos setores do Hemocentro (Capítulo 5) e, posteriormente, nas análises da implementação dos Blocos 1 e 2, propostos pelo Projeto de Reforma, como ilustrado nas Figuras 45 e 46.

Figura 45 – Isométrico do mapeamento de usos do HEMOSC



Fonte: LaBIM/SC (2017)

Figura 46 – Implementação dos Blocos 1 e 2 do Projeto de Reforma



Fonte: LaBIM/SC (2017)

A partir do mapeamento de usos, por categoria, identificou-se as áreas que seriam diretamente afetadas pela construção dos Blocos 1 e 2 (Figura 46). As áreas afetadas (limítrofes) da edificação existente, pela implementação do Bloco 1 (Obras da Torre), gerou total aproximado de 569m^2, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Áreas do HEMOSC afetadas pela construção do Bloco 1

Obras da Torre - Bloco 1		
Ambiente	**Categoria**	**Área (m^2)**
Aférese	Sangue	34,00
Coleta de Sangue	Sangue	66,50
Reanimação	Usuário	17,50
Copa Doadores	Usuário	29,00
Copa Funcionários	Apoio	19,75
Imunohematologia	Laboratórios	47,75
Farmácia	Público	16,75
Administração Ambulatório	Administrativo	17,00
Sala Transfusão	Sangue	35,00
Cadastro	Usuário	17,00
Sala de Espera	Usuário	58,50
Auditório	Público	91,25
Corredor	Circulação	72,75
BWC	Usuário	12,75
Corredor	Circulação	30,25
Recepção	Usuário	2,75
Total		569,00

Fonte: LaBIM/SC (2017)

As áreas afetadas (limítrofes) da edificação existente, pela implementação do Bloco 2 (Obras do Estacionamento), gerou total aproximado de 775m^2, conforme demonstrado na Tabela 8.

Ressalta-se que os ambientes destinados a Auditório (4º pavimento) e Aférese (2º pavimento) foram considerados em ambas implementações, em função de possuírem projeções coincidentes aos dois blocos.

Referenciando-se na Tabela 7, elaborou-se o gráfico (Figura 47) que ilustra a composição das categorias, em percentis, das áreas afetadas pelas obras da torre (Bloco 1 com área total de 569m^2).

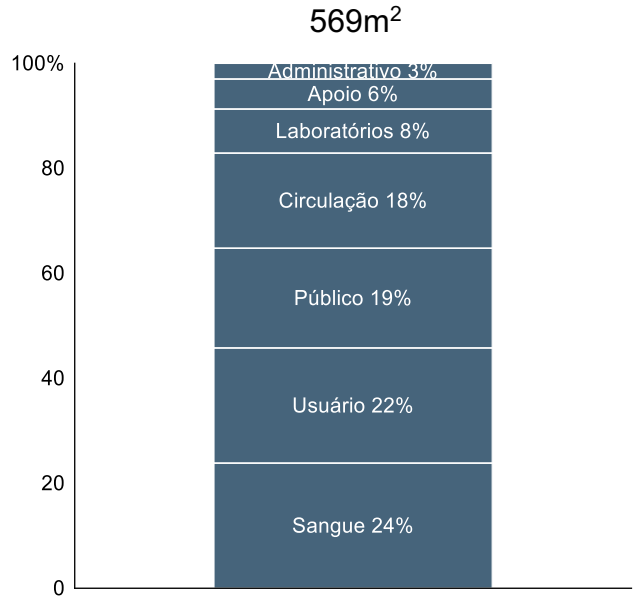
Tabela 8 – Áreas do HEMOSC afetadas pela construção do Bloco 2

Obras do Estacionamento - Bloco 2		
Ambiente	**Categoria**	**Área (m^2)**
Manutenção Predial	Manutenção	12,50
Salas de Apoio ao Doador	Usuário	14,25
Aférese	Sangue	34,00
Captação de Doadores	Usuário	41,75
Triagem 3	Sangue	15,25
Triagem 2	Sangue	10,75
Triagem 1	Sangue	10,75
Recepção ao Doador e pré-Triagem	Usuário	58,50
Corredor	Circulação	125,25
Controle de Qualidade	Administrativo	37,50
BWC Funcionários	Usuário	12,00
Avaliação de Enfermagem	Administrativo	2,75
Consultório Odontológico	Usuário	15,00
Consultório 1	Usuário	16,00
Consultório 2	Usuário	16,00
Consultório 3	Usuário	14,75
Corredor	Circulação	125,25
Auditório	Público	91,25
Recursos Humanos	Administrativo	68,00
Biossegurança	Laboratórios	22,00
Biblioteca	Público	21,25
Marketing	Administrativo	10,00
Total		775,00

Fonte: LaBIM/SC (2017)

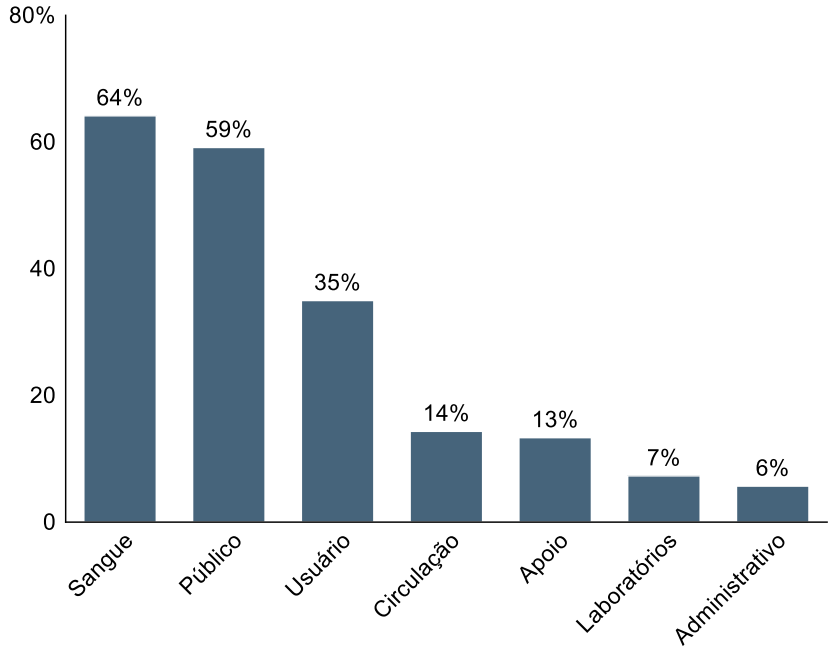
Na Figura 48, apresenta-se o gráfico que revela a representatividade das áreas, por categoria, em relação à área total da sede atual do HEMOSC (área de 3.063m^2), discriminada no Capítulo 5 (Figura 33).

Figura 47 – Categorias diretamente afetadas pelas obras do Bloco 1



Fonte: Autora (2018)

Figura 48 – Representatividade

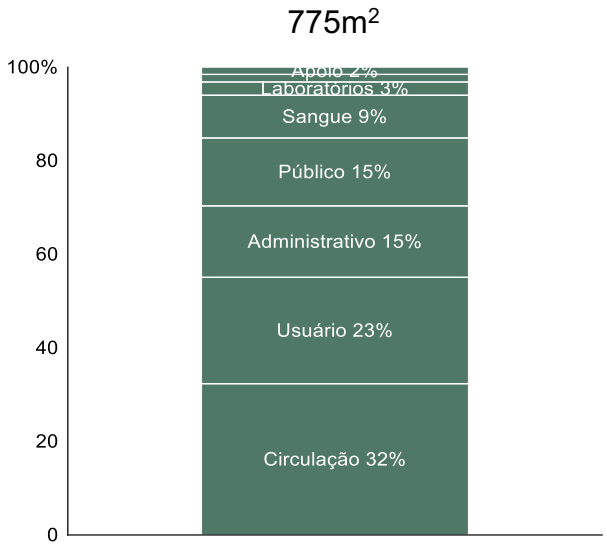


Fonte: Autora (2018)

Analisando-se o gráfico da Figura 48, pode-se observar que as categorias vitais para o funcionamento do HEMOSC, no atendimento à população, seriam afetadas pelas obras do Bloco 1 em 64% Sangue, 35% Usuário e 59% Público.

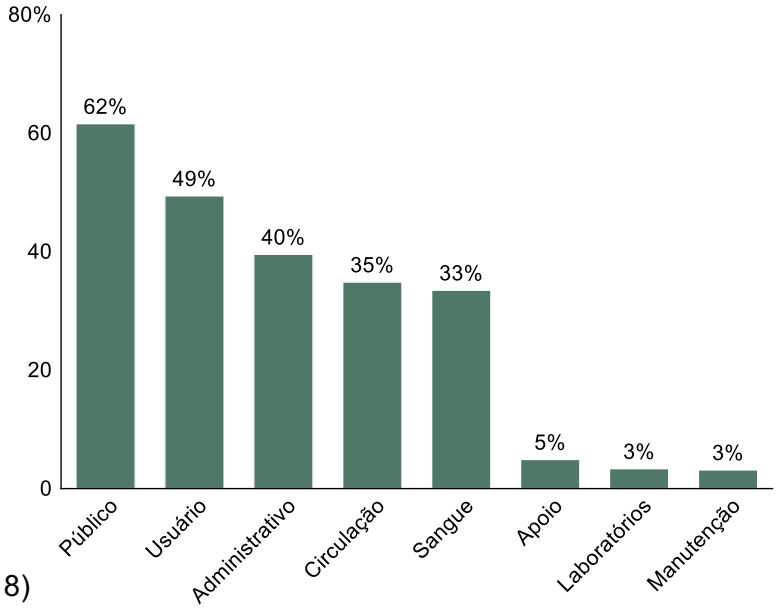
Referenciando-se na Tabela 8, apresenta-se na Figura 49, o gráfico gerado pelas composições das categorias, em percentis, das áreas afetadas pelas obras do estacionamento (Bloco 2 com área total de 775m^2). E, na Figura 50, ilustra-se a representatividade das áreas, por categoria, em relação à área total da sede atual do HEMOSC (área de 3.063m^2), demonstrada no Capítulo 5 (Figura 33).

Figura 49 – Categorias diretamente afetadas pelas obras do Bloco 2



Fonte: Autora (2018)

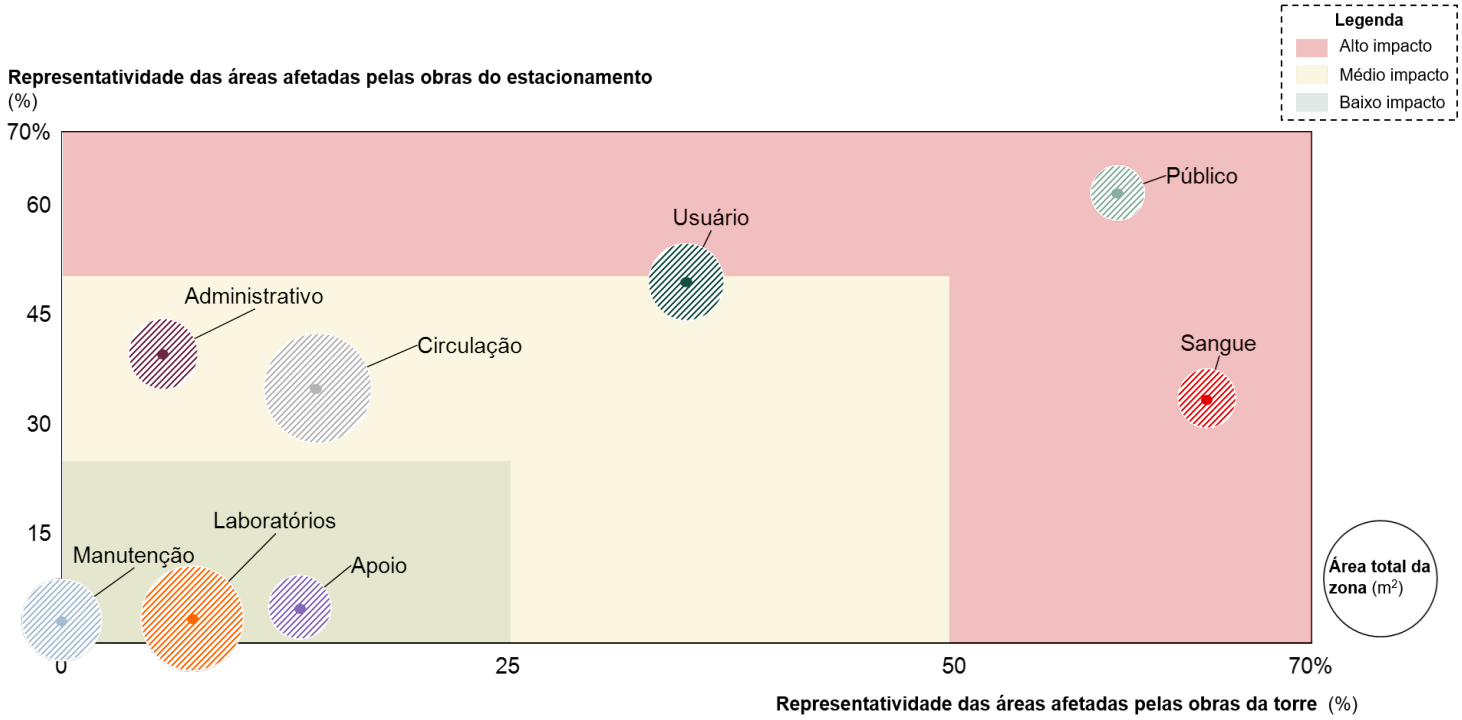
Figura 50 – Representatividade



Fonte: Autora (2018)

Comparando-se os gráficos das Figuras 48 e 50, pode-se observar que nas categorias vitais, afetadas pelas obras do Bloco 2 (33% Sangue; 49% Usuário e 62% Público), destaca-se melhor desempenho na categoria Sangue e pior, na categoria Usuário. Desta forma, elaborou-se o gráfico da Figura 51 com o objetivo de ilustrar o comportamento das categorias, representadas pelas esferas (m^2), afetadas pelas obras da torre (Bloco 1) e do estacionamento (Bloco 2) na dimensão cartesiana, eixos X e Y, respectivamente. Elegeu-se os intervalos até 25% de área afetadas (baixo impacto); 25 a 50% (médio); maior 50% (alto impacto), revelando que as três categorias vitais localizam-se em zona de alto impacto, tanto para as obras do Bloco 1 quanto para as obras do Bloco 2.

Figura 51 – Análise das representatividades dos Blocos 1 e 2



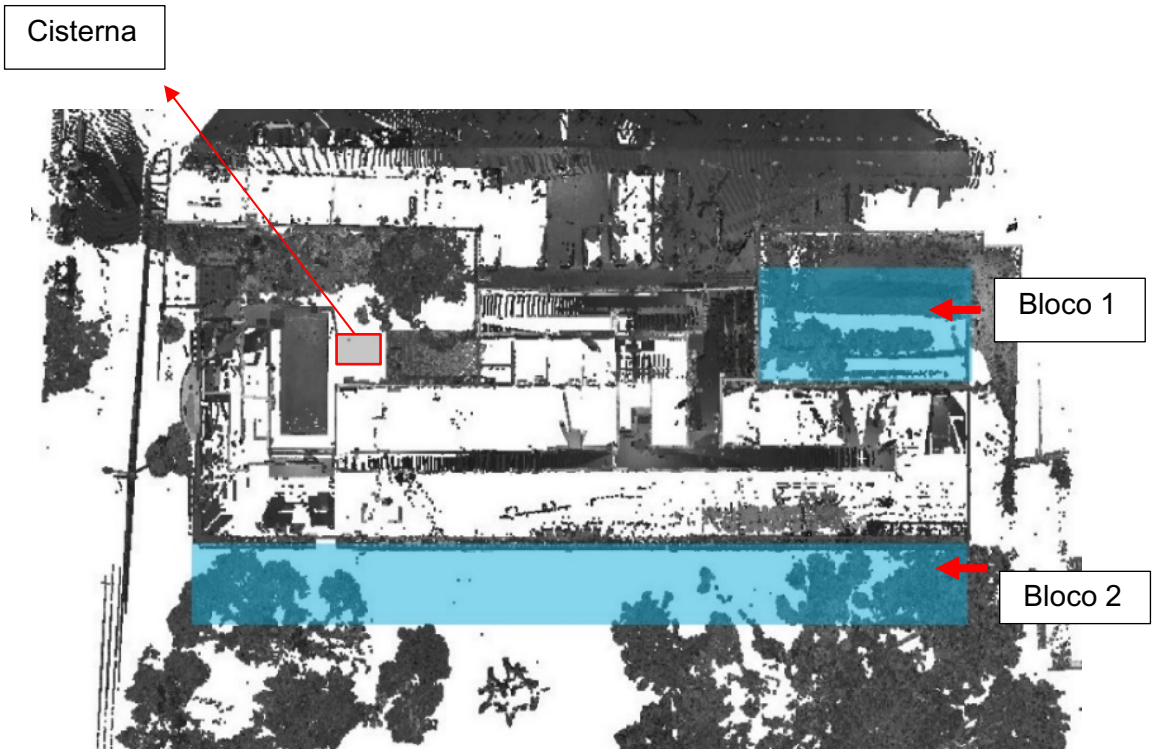
Fonte: Autora (2018)

6.3. **Análises possibilitadas pela nuvem de pontos**

Da mesma forma que a nuvem de pontos auxiliou na gestão documental do Ambiente Construído, também exerceu importante papel nas análises do seu envoltório e do Projeto de Reforma proposto, revelando possíveis interferências entre a edificação existente e as novas proposições representadas pelas áreas acrescidas à sede existente, além das novas implementações referentes aos Blocos 1 e 2 (Figuras 52 a 54).

Na infraestrutura elétrica e hidráulica cita-se como exemplos, de possíveis interferências: a rede elétrica aérea (de alta e baixa tensão) presente em parte do perímetro do imóvel (Figura 52), representando obstáculos para entrada de máquinas pesadas; reservatório de água (cisterna), localizado na área externa da edificação, com capacidade armazenamento de 20.000 litros de água, representando um conflito geométrico com os acréscimos propostos, pelo Projeto de Reforma, nos 1º e 2º pavimentos da edificação existente.

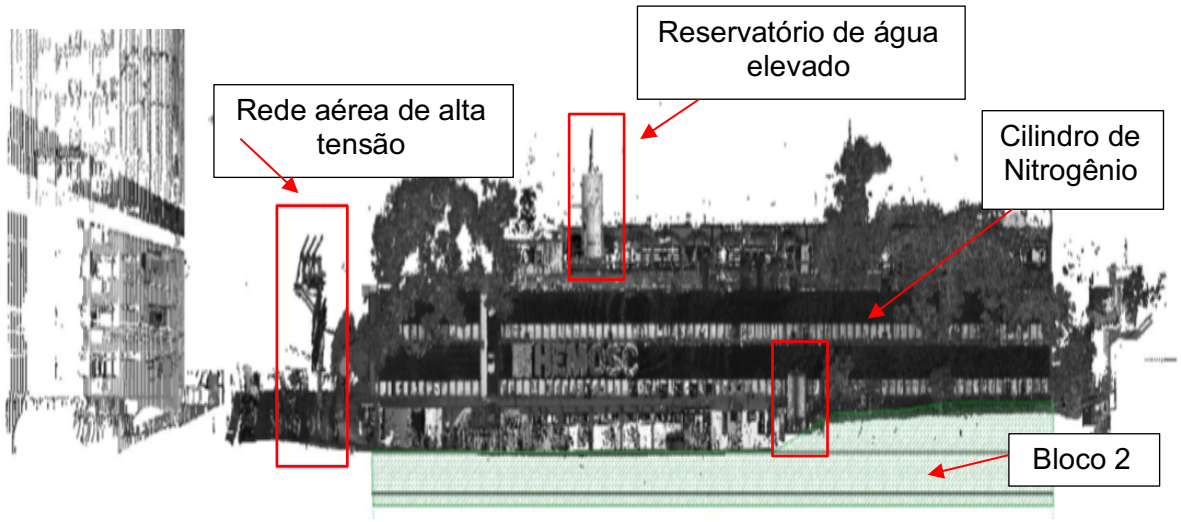
Figura 52 – Vista da nuvem de pontos com projeções do Projeto de Reforma



Fonte: LaBIM/SC, 2017 (adaptado)

Outro exemplo das possíveis interferências, relacionado às instalações complementares, é o cilindro de Nitrogênio situado na área externa da edificação, representando um conflito geométrico com o 1º pavimento do Bloco 2 (Figura 53). Essas interferências demonstram a necessidade de elaboração de projetos de instalações específicos.

Figura 53 – Corte DD' da nuvem de pontos com Bloco 2

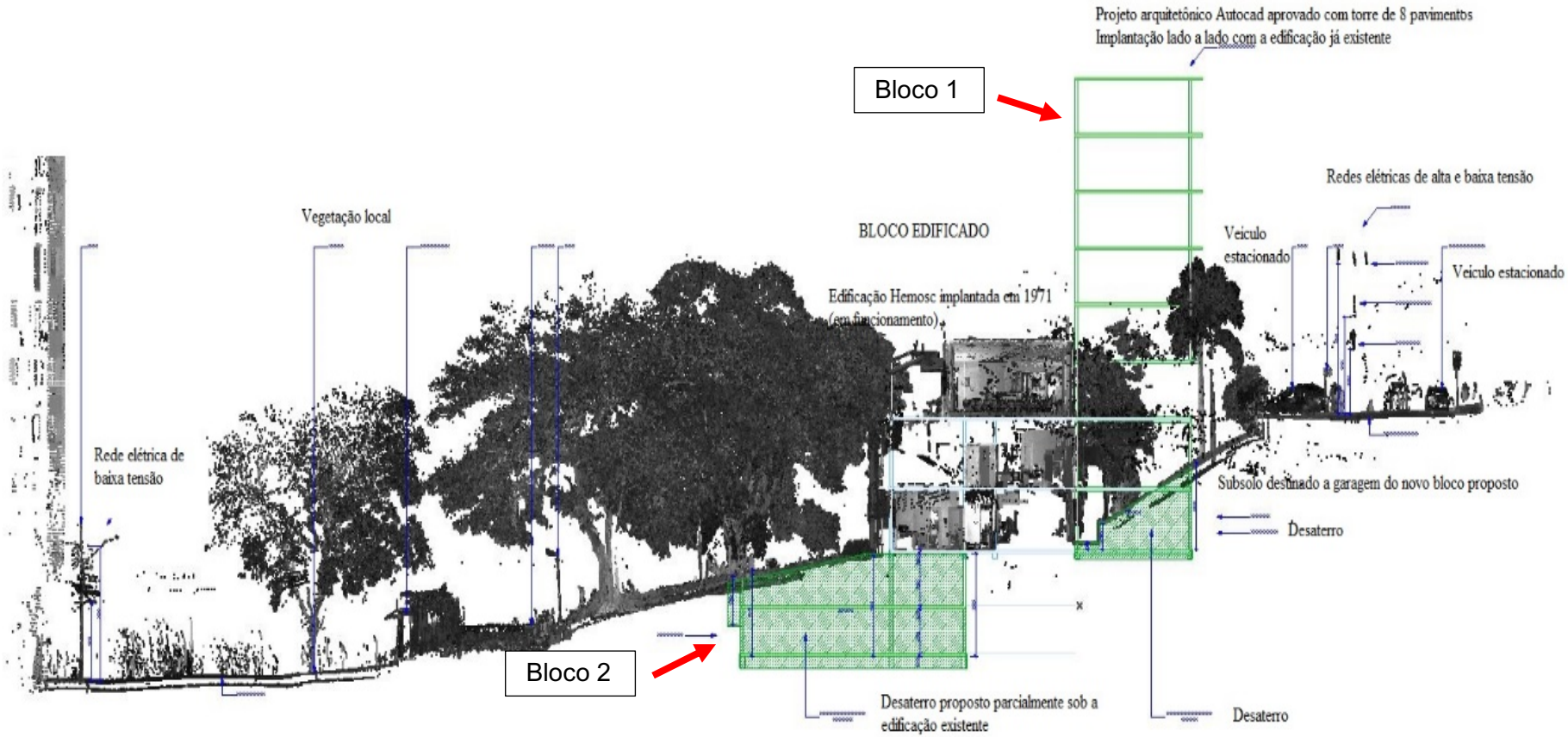


Fonte: LaBIM/SC (2017)

De acordo com as análises, a partir do corte AA' (Figura 54), evidenciou-se a necessidade de se realizar estudo minucioso da estrutura da edificação existente, envolvendo, prioritariamente, o Bloco 2, uma vez que possui projeção parcial sob a sede do Hemocentro nos 2º, 3º e 4º pavimentos (Figura 55).

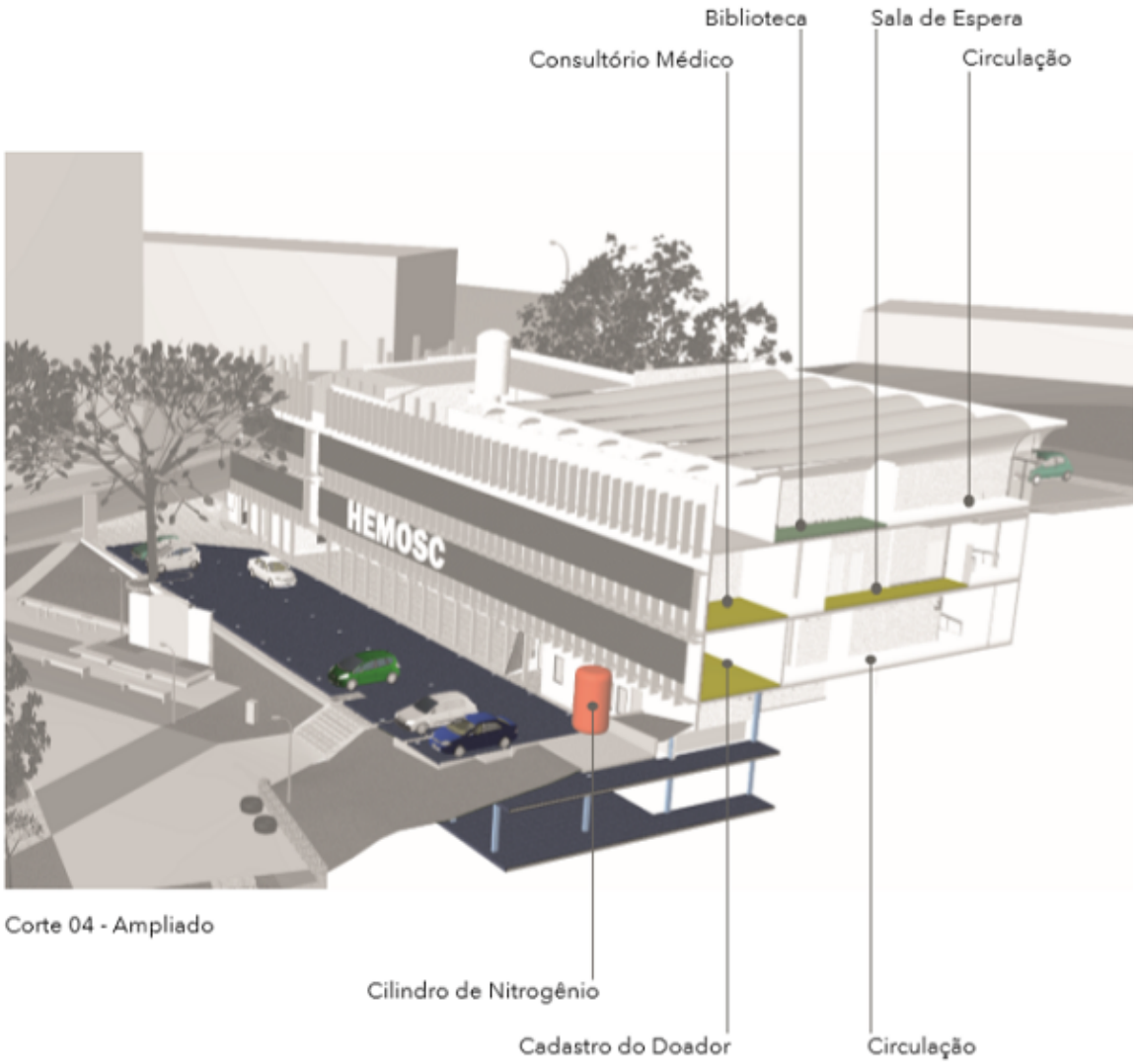
Concluindo-se que o cenário virtual, formatado pelo mesmo modelo *As-is* e o seu entorno (infraestrutura edificada além do terreno natural e vegetação), revelou que as obras do estacionamento, representadas pelo Bloco 2, envolvem maior complexidade de execução, em função do desaterro necessário para sua implementação, devendo ser tratado prioritariamente.

Figura 54 – Corte AA’ da nuvem de pontos e elevações dos Blocos 1 e 2



Fonte: LaBIM/SC (2017)

Figura 55 – Corte AA' do modelo *As-is* BIM e o Bloco 2



Fonte: LaBIM/SC (2017)

6.4. **Análise do atendimento do Projeto de Reforma à RDC 50/2002 quanto ao atendimento físico funcional**

A elaboração de Estudo Preliminar (arquitetônico), de acordo com a RDC 50/2002, visa a análise e escolha da solução que melhor responda ao programa de necessidades sob os aspectos legais, técnicos, econômicos e ambientais do empreendimento, que caracterize espaços, atividades e equipamentos básicos (médico-hospitalares e de infraestrutura), além do atendimento às normas e leis de uso e ocupação do solo.

No item 6.4.1 será apresentada a análise físico funcional do Projeto de Reforma proposto quanto ao atendimento à RDC 50/2002.

Com o objetivo de analisar os quesitos obrigatórios, atendidos e não atendidos, pelo Projeto de Reforma, selecionou-se as Unidades Funcionais (UF) aplicáveis aos usos específicos do Hemocentro. Nas tabelas do apêndice C, estão ilustradas as verificações quanto ao atendimento normativo.

6.4.1 Resultados das análises físico funcionais da RDC 50/2002

Quanto ao atendimento das exigências obrigatórias referentes a Unidade Funcional 1 (ATENDIMENTO AMBULATORIAL), os 7 quesitos foram atendidos conforme pode-se ser observado na Tabela C.1 do apêndice C.

As Unidades Funcionais 2 (ATENDIMENTO IMEDIATO) e 3 (INTERNAÇÃO), como relatado no Capítulo 5, não se aplicam as atividades desenvolvidas pelo Hemocentro, portanto não foram consideradas nessa análise.

Na Unidade Funcional 4 (APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA), os quesitos do item Patologia Clínica e Hematologia e Hemoterapia, foram totalmente atendidos como pode ser verficado na Tabela C.2 do Apêndice C. O Projeto de Reforma prevê o aumento no número de poltronas para doadores de sangue no processo tradicional, de 8 para 14 e no processo de aférese, de 3 para 6, respectivamente, e aumento de número de poltronas destinadas à transfusão de 9 para 10. As áreas destinadas ao uso exclusivo dos Laboratórios também tiveram aumento considerável, uma vez que o 2º e 3º pavimentos estão destinados apenas ao processamento de sangue. O que se justifica pois, a sede do HEMOSC absorve, também, a função de Hemocentro coordenador do estado de Santa Catarina e, portanto, processa as bolsas de sangue recolhidas nas demais unidades da Hemorrede do estado.

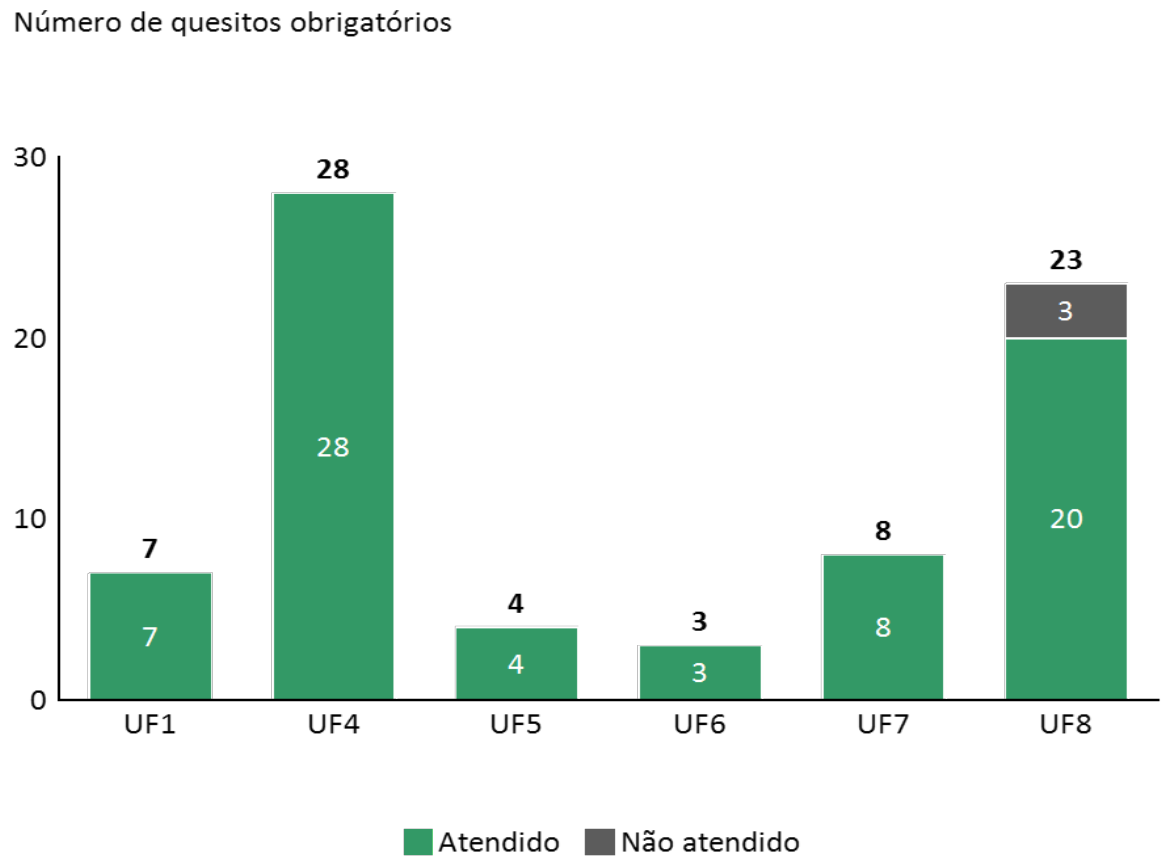
Quanto à Unidade Funcional 5 (APOIO TÉCNICO), as melhorias também foram significativas, sobretudo, para funcionários, alunos e público. Todos os 4 quesitos foram atendidos conforme pode ser verificado na Tabela C.3 do apêndice C. A Unidade Funcional 6 (ENSINO E PESQUISA) e Unidade Funcional 7 (APOIO

ADMINISTRATIVO) foram amplamente atendidas, uma vez que o Bloco 1, previsto pelo Projeto de Reforma, concentra exclusivamente estas atividades, como pode ser verificado nas Tabelas C.4 a C.5 do apêndice C.

A Unidade Funcional 8 (APOIO LOGÍSTICO), apresentou melhoras porém, o item Conforto e Higiene não contemplou 3 quesitos dos 23 quesitos obrigatórios como pode ser observado na Tabela C.6 do Apêndice C. Os quesitos Box de vestiário para pacientes; Área para guarda de pertences de paciente, doador e público; Sanitários diferenciados para público, não foram atendidos.

Na Figura 56, apresenta-se o gráfico que ilustra o atendimento ao Projeto de Reforma, aos 73 quesitos da RDC 50/2002 analisados, subdivididos em atendidos e não atendidos.

Figura 56 – Atendimento à RDC 50/2002 pelo Projeto de Reforma



Fonte: Autora (2018)

Além disso, apurou-se no item 7.1.1 (Água Fria) do Regulamento que, o reservatório de água fria deve possuir, no mínimo dois compartimentos, e o seu dimensionamento deverá ser calculado de acordo com o consumo diários do EAS, considerando-se uma autonomia mínima de dois dias ou mais, a depender da confiabilidade do reservatório. Ressalta-se neste sentido que, o Projeto de Reforma indica o reservatório elevado (4º pavimento) porém, não apresentou solução para o deslocamento da cisterna existente, na área externa da edificação, coincidente com as ampliações dos 1º e 2º pavimentos.

7. INSPEÇÃO TÉCNICA DA SEDE DO HEMOSC

Com o objetivo de caracterizar o sistema construtivo da edificação existente, foi realizada a inspeção das instalações da sede atual do Hemocentro, com aplicação das técnicas fotogramétrica e termográfica.

7.1. Coleta de dados

Utilizou-se, no levantamento das informações técnicas da edificação existente, a técnica termográfica do tipo qualitativa passiva (especificações descritas no Anexo F), devido à falta de contrastes térmicos no interior das instalações. Isto porque, nas situações onde não existe contraste térmico natural, pode-se aplicar os processos artificiais de aquecimento porém, em função do uso hospitalar do Hemocentro, que demanda um rígido controle térmico interno (climatização nos laboratórios de análises e processamento de sangue) e funcionamento laboratorial durante 24h/dia, não havia a possibilidade de aplicar estes processos. O intervalo de tempo ideal para realizar o registro térmico natural da estrutura ocorreu no intervalo de 16h às 21h.

Na Figura 57 apresenta-se o relatório de imagem térmica referente à fachada oeste da edificação, obtida no dia 04 de julho de 2019 às 17h14. Na Figura 57(a) ilustra-se o registro termográfico e os parâmetros do registro, revelando os brises verticais e horizontais e, ao fundo, os pilares embutidos na alvenaria externa. Na Figura 57(b) apresenta-se o registro fotográfico onde pode-se observar a fachada oeste, com a presença dos brises verticais e horizontais.

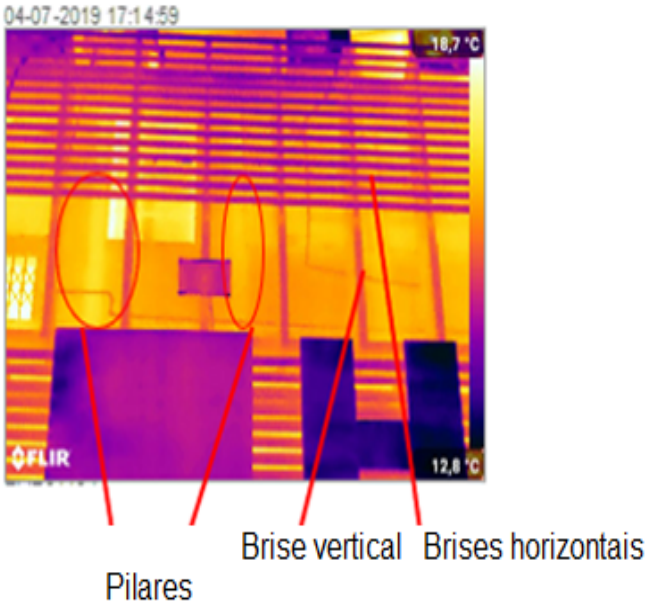
Na Figura 58, apresenta-se o registro fotográfico da fachada oeste; na Figura 58(a) ilustra-se a vista frontal onde pode-se observar a estrutura em balanço do estacionamento, situado no 1º pavimento, além do reservatório de água elevado (10.000L) situado no 4º pavimento; na Figura 58(b) verifica-se as vigas longitudinal e transversais no 1º pavimento; na Figura 58(c) apresenta-se a estrutura de apoio dos brises verticais, além do espaçamento entre as vigas transversais e, na Figura 58(d), detalha-se a constituição dos brises verticais.

É importante destacar que o 1º pavimento possui estrutura diferenciada dos demais, com vigas transversais com seção (30/60-100cm) com espaçamento, entre si, de 162cm.

Figura 57 – Relatório de imagem térmica da fachada oeste (a) Registro termográfico; (b) Registro fotográfico

Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00



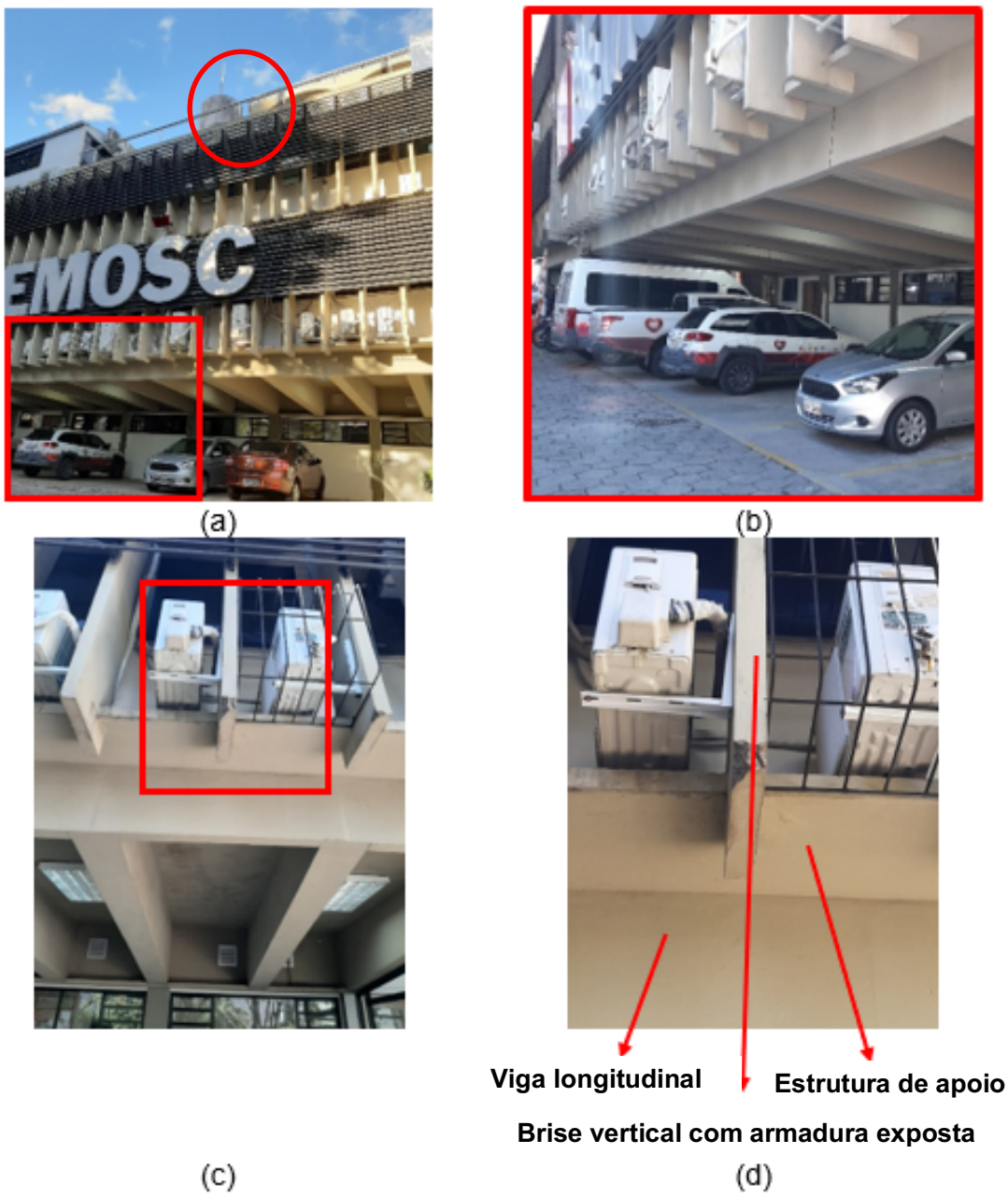
(a)



(b)

Fonte: Autora (2019)

Figura 58 – Registro fotográfico da fachada oeste; (a) Vista frontal; (b) Vigas; Estrutura de apoio dos brises; (d) Detalhe dos brises

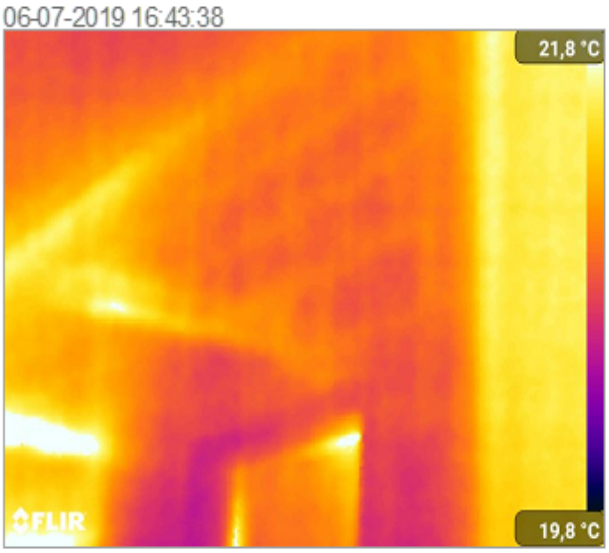


Fonte: Autora (2019)

Na Figura 59, apresenta-se o relatório de imagem térmica referente à alvenaria interna. Os 2º, 3º e 4º pavimentos possuem vigas com seções transversais inferiores às do 1º pavimento e, algumas delas são invertidas, permitindo que as alvenarias internas alcancem a laje de forro, como ilustrado na Figura 59(a). Na Figura 59(a) ilustra-se os parâmetros do levantamento e o registro termográfico da alvenaria

interna do 2º pavimento e na Figura 59(b) apresenta-se o respectivo registro fotográfico.

Figura 59 – Relatório de imagem térmica de alvenaria interna; (a) Registro termográfico; (b) Registro fotográfico



Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00

(a)



(b)

Fonte: Autora (2019)

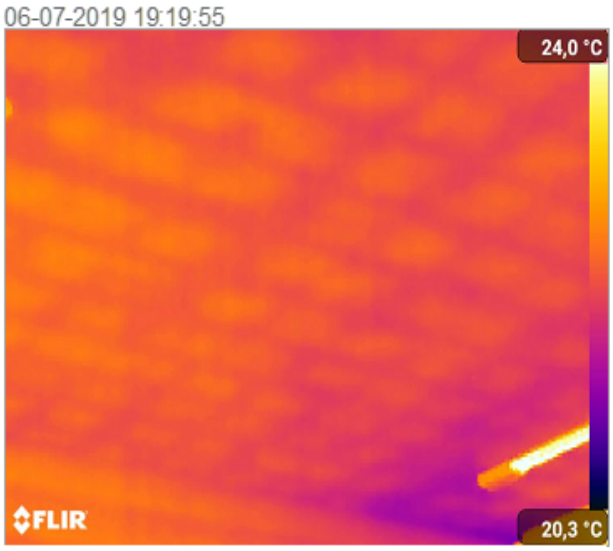
As lajes da edificação são, na maioria, nervuradas, conforme demonstrado na Figura 60, com exceção do 1º pavimento, que possui lajes nervuradas e maciças (estrutura em balanço). Outra particularidade, são as projeções das áreas destinadas à

circulação, caracterizado por lajes em diferentes níveis (utilizadas para manutenção da edificação). Na Figura 60, apresenta-se o registro termográfico da laje de forro do 2º pavimento, nervurada.

Figura 60 – Relatório de imagem térmica de laje interna

Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00



(a)

Fonte: Autora (2019)

Na Figura 61, apresenta-se o registro termográfico de parte da laje do 1º pavimento (anexo construído em 1989). Na Figura 61(a), ilustra-se o registro da laje nervurada captada com o contraste ideal e, na Figura 61(b), o seu respectivo registro fotográfico.

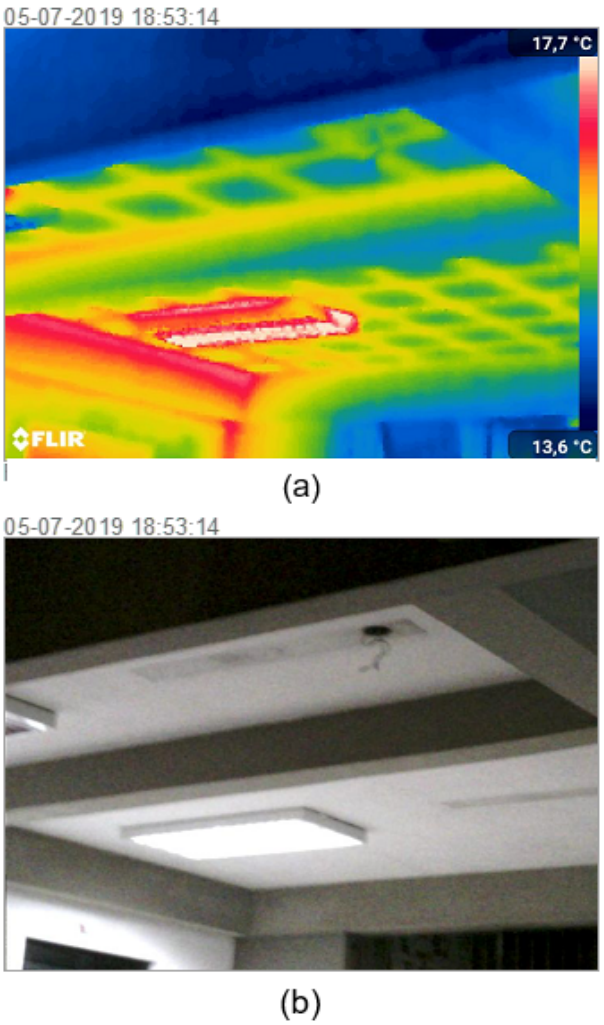
A laje é nervurada apenas em parte da edificação (anexo de 1989), e no restante da estrutura do 1º pavimento, é maciça. Uma particularidade da edificação está na composição das lajes situadas nas áreas destinadas à circulação, que são contempladas por dois diferentes níveis, formando galerias que permitem acesso às tubulações elétricas e hidráulicas (Figura 62) da edificação.

As galerias foram utilizadas, pela autora, para inspecionar as peças estruturais da edificação. Na Figura 62, ilustra-se os pontos de visita, situados nos setores 12 (Vestiário Feminino) e 13 (Vestiário Masculino).

Figura 61 – Relatório de imagem térmica de laje externa (a) Registro termográfico (b) Registro fotográfico

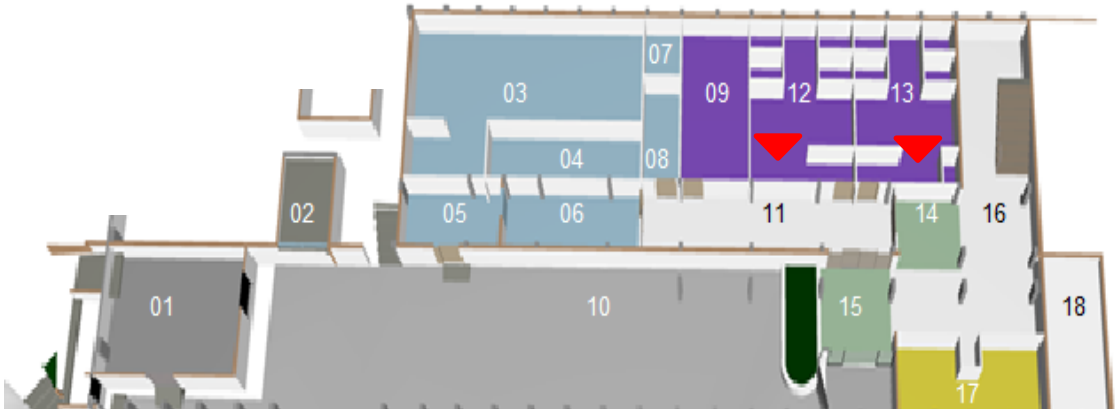
Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00



Fonte: Autora (2019)

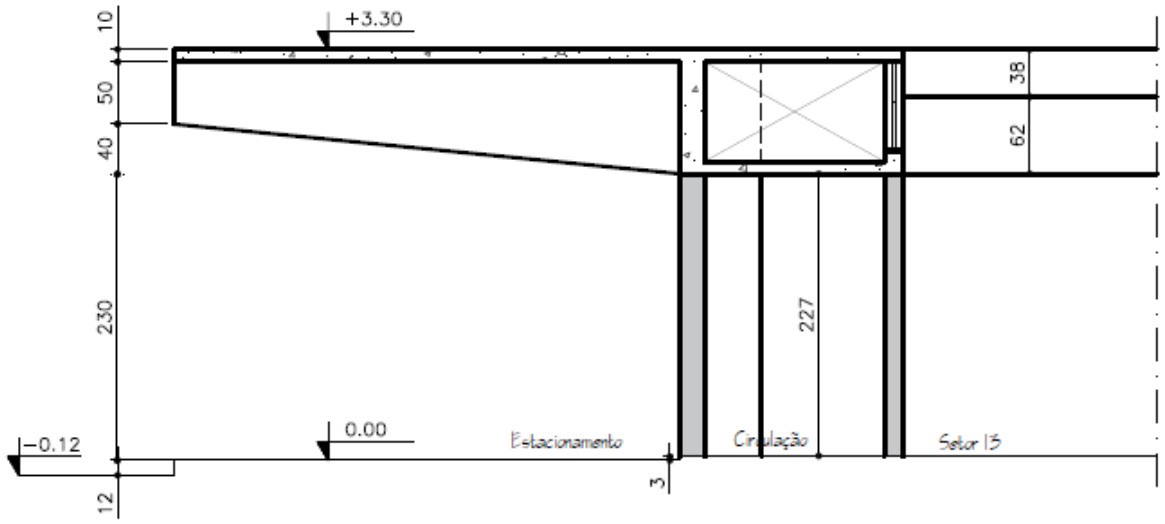
Figura 62 – Galerias vistoriadas



Fonte: LaBIM/SC, 2018 (adaptado)

Na Figura 63 ilustra-se a região entre o estacionamento do 1º pavimento e o Vestiário Masculino (setor 13), com a indicação das leituras realizadas entre o nível do piso do 1º pavimento até a vista inferior da laje do 2º pavimento. No estacionamento, a leitura da altura foi de 320cm, restando apenas 10cm para o nível conhecido (+3,30m), concluindo-se assim, que não existe espaço sufuciente para a tipologia de laje nervurada. Já no setor 13, considerando a mesma referência, a leitura da altura gerada foi de 292cm, gerando a diferença de 38cm, para o mesmo nível em questão (+3,30m). Uma vez que a laje não apresenta desníveis, pode-se concluir que neste ponto, existe espaço para a laje nervurada.

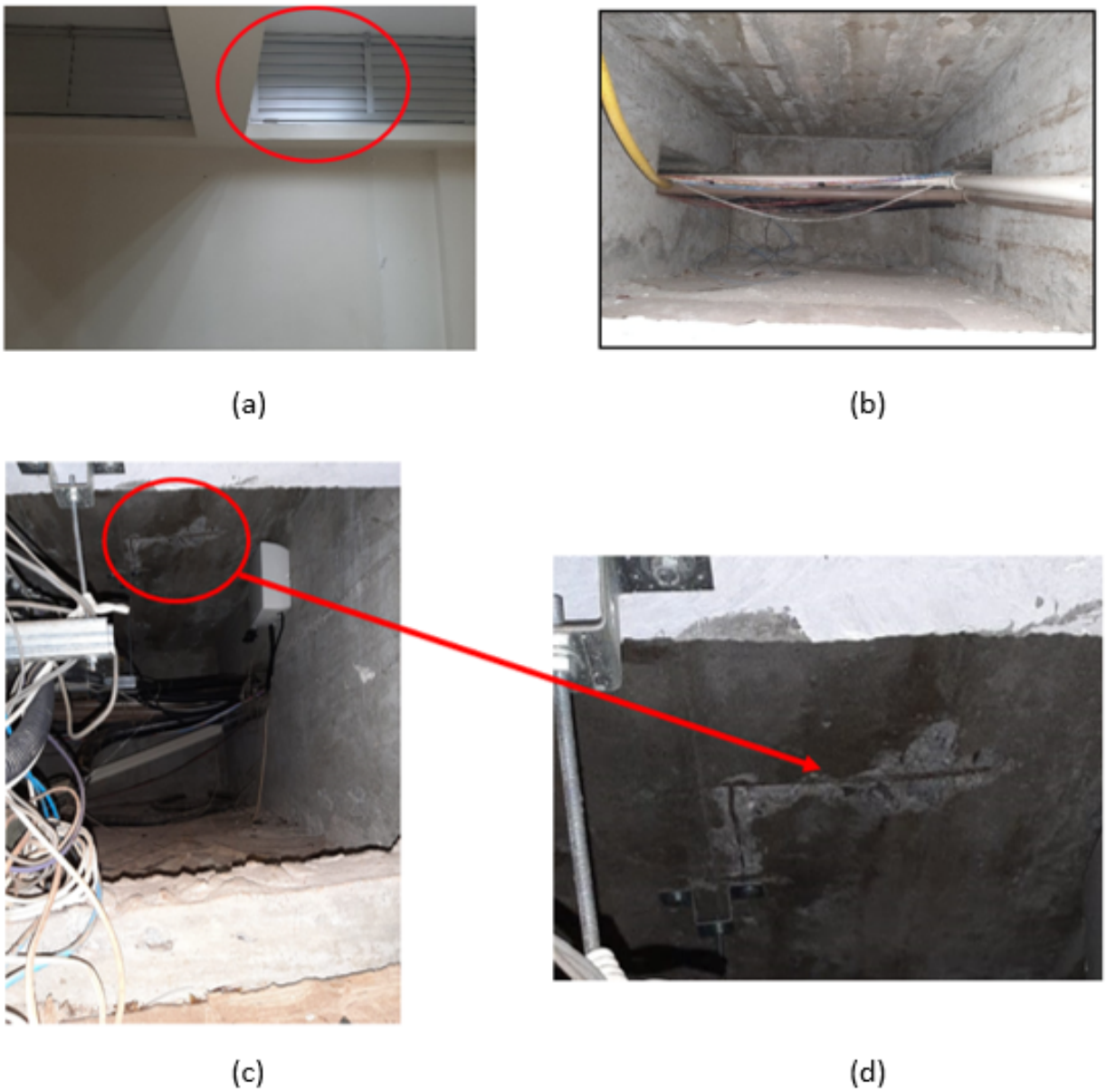
Figura 63 – Corte esquemático



Fonte: Autora (2019)

Ressalta-se que, o Projeto de Reforma indica, no atual setor 13 (Vestiário Masculino), a instalação de dois elevadores de serviço (abordagem que discorrerá no Capítulo 6). No entanto, a região é caracterizada por densa estrutura de concreto armado com vigas de seção transversal (30/100cm), conforme ilustradas nas Figuras 64(a), (b) e (c). Na Figura 64(a) ilustra-se o ponto inspecionado, correspondente ao setor 12, que permitiu o registro da viga longitudinal e das vigas transversais, como ilustrado na Figura 64(b). Na Figura 64(c) apresenta-se o interior da galeria do setor 13, revelando a laje de forro do 1º pavimento e sua armadura exposta, destacada na Figura 64(d).

Figura 64 – Registro fotográfico das galerias



Fonte: Autora (2019)

Na Figura 65, apresenta-se o relatório de imagem térmica referente à fachada sul, obtida no dia 04 e julho de 2019 às 17h36, onde está previsto a construção do Bloco 1. Na Figura 65(a), apresenta-se o registro fotográfico e na Figura 65(b), o registro termográfico. Na Figura 65(c) revelam-se pilares e vigas (2º, 3º e 4º pavimentos), além de elementos vazados na alvenaria (nichos destinados para aparelhos de ar condicionado inutilizados).

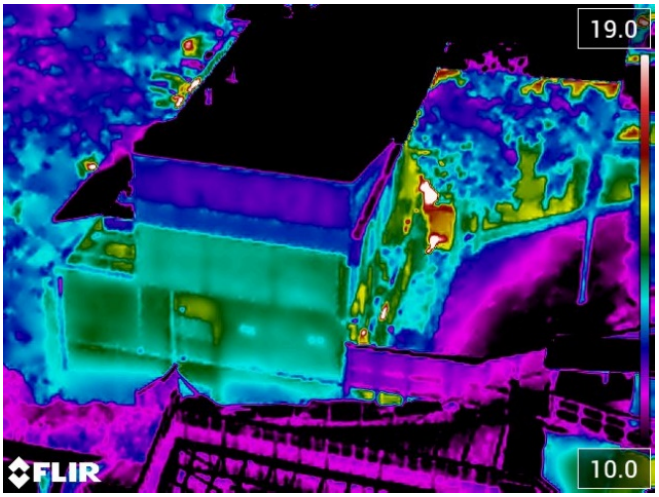
Figura 65 – Relatório de imagem térmica da fachada sul (a) Registro termográfico; (b) Registro fotográfico; (c) Detalhes



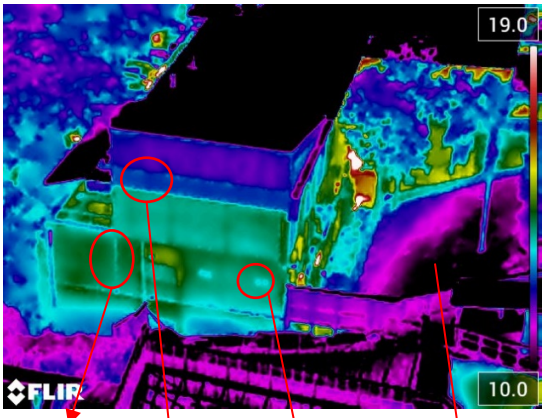
Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00
Latitude	S 27° 35' 24"
Longitude	W 48° 33' 03"

(a)



(b)



(c)

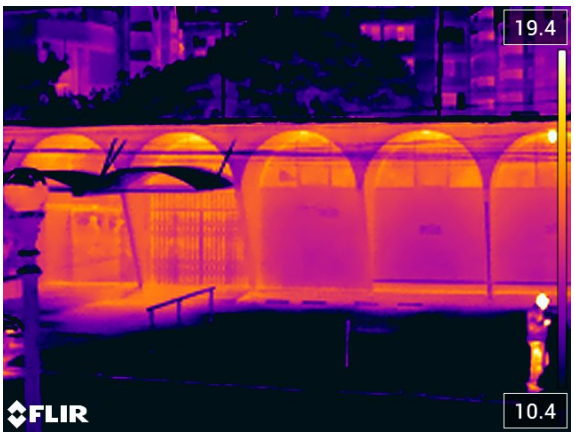
Fonte: Autora (2019)

Na Figura 66, apresenta-se o relatório de imagem térmica referente à fachada leste caracterizada por estrutura composta por arcos, em concreto armado, obtida no dia 05 de julho de 2019 às 19h07. Na Figura 66(a), apresenta-se o registro termográfico e na Figura 66(b), o registro fotográfico, respectivo.

Figura 66 – Relatório de imagem térmica da fachada leste (a) Registro termográfico (b) Registro fotográfico

Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00
Latitude	S 27° 35' 21"
Longitude	W 48° 33' 02"



(a)

05-07-2019 19:07:17



Latitude: S 27° 35' 21", Longitude: W 48° 33' 02"

(b)

Fonte: Autora (2019)

O processo de engenharia reversa aplicada ao Ambiente Construído inspecionado evidencia o sistema construtivo concebido em concreto armado, caracterizado por densa estrutura no 1º pavimento, parcialmente em balanço, com viga longitudinal na extremidade que recebe cargas de pilares dos pavimentos superiores (Figura 67). A configuração estrutural do 1º pavimento sugere alta absorção de cargas, compatível com as seções transversais dos pilares de (30x60cm), na estrutura balanceada

(fachada oeste) e os demais (15x35cm) presentes na fachada leste, além das vigas transversais de (30x100cm) com espaçamento entre si, de 162cm.

Figura 67 – Detalhe da estrutura em balanço



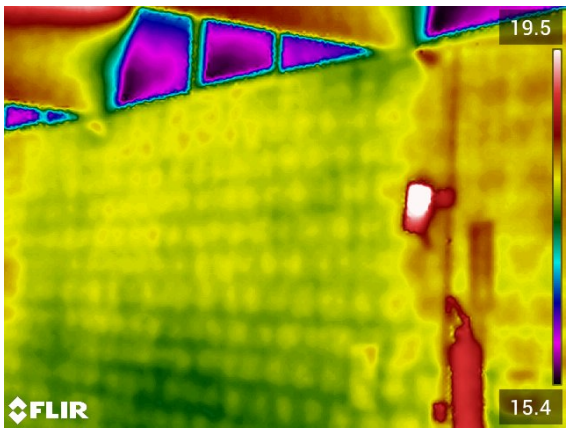
Fonte: Autora (2019)

Na Figura 68 apresenta-se o relatório de imagem térmica referente a fachada leste, obtida no dia 06 e julho de 2019 às 20h. Na Figura 68(a) apresenta-se o registro termográfico e na Figura 68(b), o registro fotográfico, respectivo. A vedação da alvenaria externa é composta por blocos e apresenta ascenção capilar, com acréscimo de calor, como ilustrado na Figura 68(a).

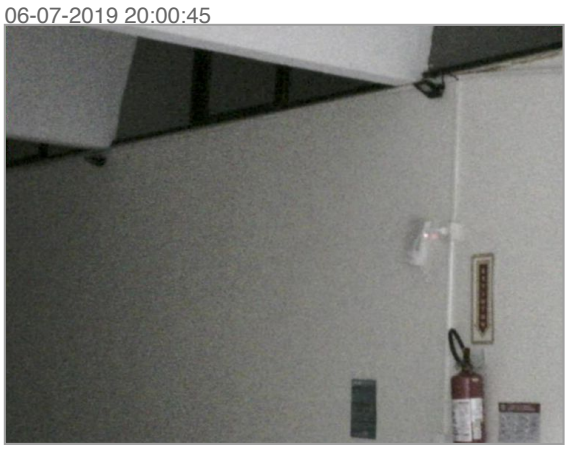
Figura 68 – Relatório de imagem térmica da alvenaria externa (a) Registro termográfico (b) Registro fotográfico

Parâmetros

Emissividade	0,95
Temp. refl.	20,00 °C
Distância	1,00 m
Humidade relativa	50,00 %
Temp. atmosférica	20,00 °C
Transmissão	0,87
Temp. da janela de infravermelhos	20,00 °C
Trans. da janela de infravermelhos	1,00



(a)



(b)

Fonte: Autora (2019)

7.2. **Vistoria das fundações do 2º pavimento**

Em relação às fundações do 2º pavimento da edificação ressalta-se, inicialmente, que o 1º pavimento é caracterizado por menor projeção horizontal que os demais pavimentos. Na Figura 69, pode-se observar os pavimentos com projeção vertical sobre o terreno natural e na Figura 70, destaca-se parte da infraestrutura existente (cilindro de nitrogênio situado na região limítrofe entre o 1º e o 2º pavimentos da edificação), além do acesso ao setor 18 (Manutenção Predial), vistoriado pela autora.

Figura 69 – Edificação sobre terreno natural



Cilindro de Nitrogênio

Área prevista para Bloco 2

Ponto final da viga longitudinal
(estrutura em balanço)



Fonte: Autora (2019)

Figura 70 – Ponto limítrofe

Ponto de finalização do 1º pavimento e acesso ao setor 18

Nível -0,12m
1º pavimento
(estacionamento



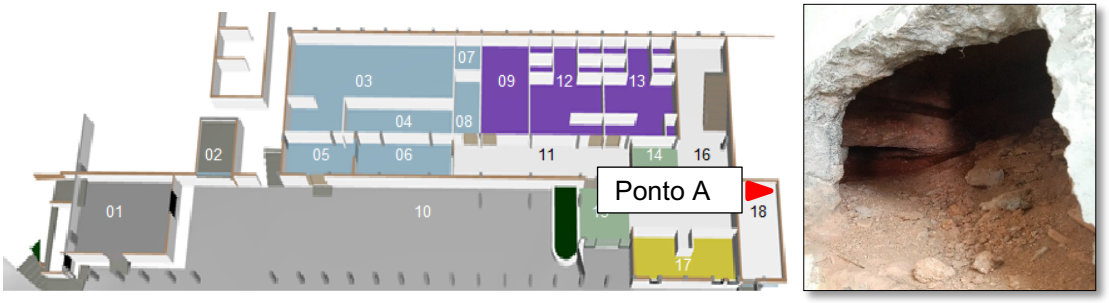
Cilindro de Nitrogênio

Nível +3,30m
2º pavimento

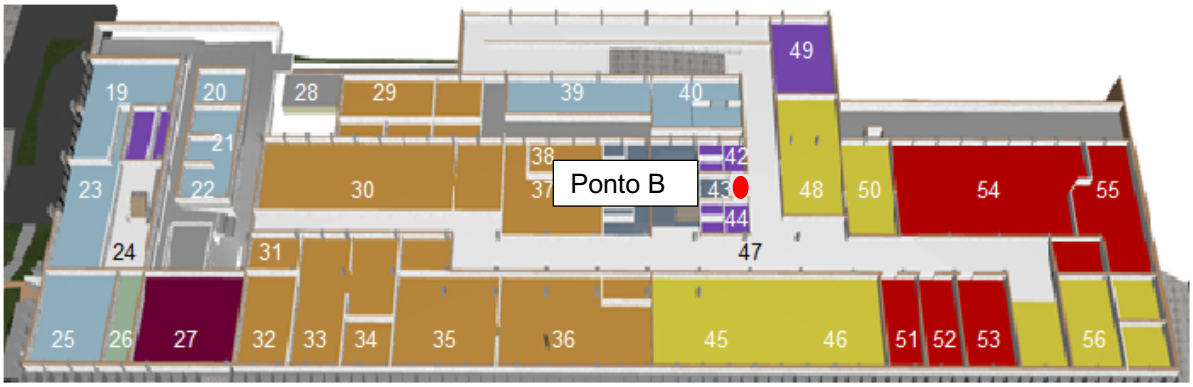
Fonte: Autora (2019)

Para análise da tipologia das fundações foram inspecionados dois pontos: Pontos A e B. O Ponto A, foi acessado pela autora no setor 18, no 1º pavimento (Figura 71 (a)). O Ponto B, está situado entre os setores 42, 43 e 44, no 2º pavimento (Figura 71(c)). Na Figura 71(a) ilustra-se a localização do Ponto A, distante a 165cm do piso acabado e na Figura 71(b) apresenta-se as dimensões do Ponto A. Na Figura 71(c) ilustra-se a localização do Ponto B e na Figura 71(d) ilustra-se as características do ponto B.

Figura 71 – Pontos inspecionados



(a) (b)



(c)

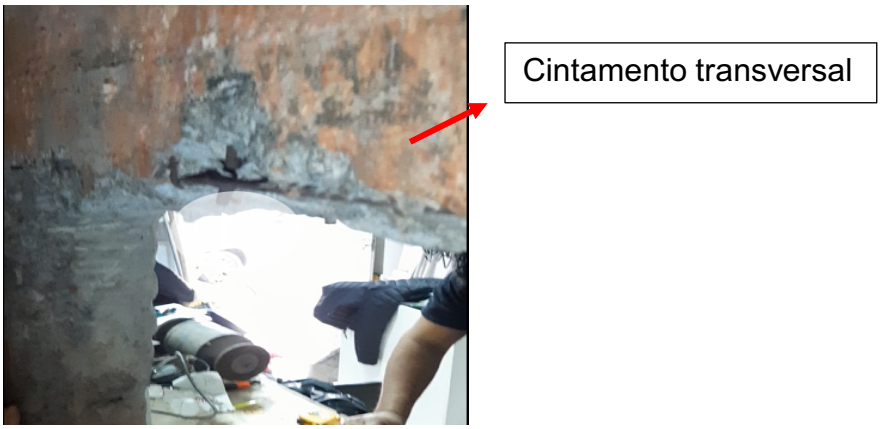


(d)

Fonte: Autora (2019)

O ponto A tem dimensão de (55x55cm) e foi acessado pela autora com o objetivo de realizar a inspeção técnica das fundações da edificação. Iniciou-se os registros fotográficos dos elementos da fundação do 2º pavimento contemplados por cintamento longitudinal, cintamento transversal, piso do 2º pavimento e tubulação de esgoto. Na Figura 72, ilustra-se a vista interna da área acessada e o cintamento transversal da fundação do 2º pavimento.

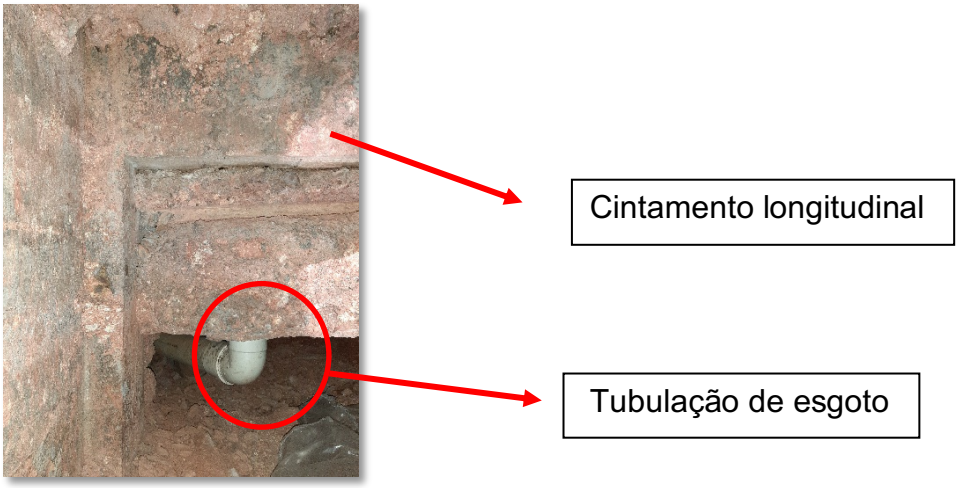
Figura 72 – Ponto de acesso (Ponto A)



Fonte: Autora (2019)

Na Figura 73(a), apresenta-se o cintamento longitudinal do 2º pavimento e a tubulação de esgoto que segue para o ponto B. Na Figura 73(b), apresenta-se a vista do cintamento longitudinal.

Figura 73 – Cintamento longitudinal



Fonte: Autora (2019)

Na Figura 74, ilustra-se a vista da laje do setor 46 (2º pavimento), aparentemente concretada diretamente sobre o terreno natural compactado (sem utilização de fôrmas).

Figura 74 – Vista da laje



Fonte: Autora (2019)

Ultrapassado o limite do cintamento longitudinal, ilustrado na Figura 73, foi possível a autora registrar o trecho subterrâneo, que conecta os pontos A e B (Figura 75). Este trecho foi escavado pela equipe de manutenção da entidade com o objetivo de promover a manutenção da rede de esgoto da edificação, detalhado na Figura 76.

Figura 75 – Estruturas da circulação



Fonte: Autora (2019)

Na Figura 76 apresenta-se o último registro alcançado no subsolo (detalhe do trecho da tubulação de esgoto seguindo para o ponto B).

Figura 76 – Conexão subterrânea entre os Pontos A e B



Fonte: Autora (2019)

Na Figura 77 apresenta-se o ponto de inspeção B, situado entre os setores 42,43 e 44 no 2º pavimento. Ressalva-se que, o piso é composto por duas camadas de concreto e uma camada de tijolo cerâmico maciço, revelando-se a ausência de função estrutural.

Neste contexto, o desaterro proposto pelo Bloco 2 (Estacionamento de veículos) encontra-se, parcialmente, sob o 2º pavimento e nesse caso, reforça a necessidade de compatibilização preliminar multidisciplinar revelada, inicialmente, pelo cenário virtual. Evidenciando-se assim, a necessidade de estudo específico dos projetos preliminares de fundações e estruturas uma vez que, nesta projeção da edificação, situam-se as Sala de doadores e Aférese (caracterizadas por alto índice de circulação de pessoas como doadores, pacientes, usuários e funcionários).

Figura 77 – Ponto B; (a) Ponto de visita; (b) Detalhe da constituição do piso



(a)



(b)

Fonte: Autora (2019)

Ressalta-se que, a constatação da ausência de armadura no piso do 2º pavimento compromete a logística de 3 das 4 fases previstas para a execução das obras do Projeto de Reforma (Fases 1, 2 e 3), como indicado no cronograma de Logística de Reformas e Ampliações (Capítulo 6).

8. COMPATIBILIZAÇÃO PRELIMINAR

Manzione (2013) aponta a compatibilização geométrica e a verificação de regras como estudos criteriosos do processo de análises críticas de projeto, pois o atendimento dos requisitos espaciais e daqueles relacionados à sua especialidade, passam a ser processos automáticos que ampliam, potencialmente, o uso do BIM para as fases iniciais do processo de projeto.

A RDC 50/2002 define que, na etapa de Estudo Preliminar deve-se analisar e escolher a solução de projeto que melhor responda ao programa de necessidades (documento que orientou o Plano Diretor do HEMOSC), sob aspectos legais, técnicos, econômicos e ambientais do empreendimento. E que, além dos desenhos específicos, que demonstrem a viabilidade da solução proposta, deverá ser parte integrante do Estudo Preliminar, um relatório que contenha memorial justificativo da solução adotada com as características principais do projeto, as demandas atendidas e o pré-dimensionamento da edificação. A RDC 50/2002 ainda destaca que deverão, nesta etapa, ser consideradas as interferências entre as diversas disciplinas envolvidas.

Com o objetivo de atender a RDC 50/2002 uma vez que, não foram desenvolvidos os estudos complementares, ainda que previstos pelo item 1.3.16 da CP 103/10 (Anexo E) e, visando a compatibilização preliminar de projeto desenvolveu-se, além da modelagem arquitetônica do Projeto de Reforma, a modelagem esquemática da fundação, considerando-se as respectivas indicações das estruturas de contenção e pilares previstos, pelo respectivo projeto.

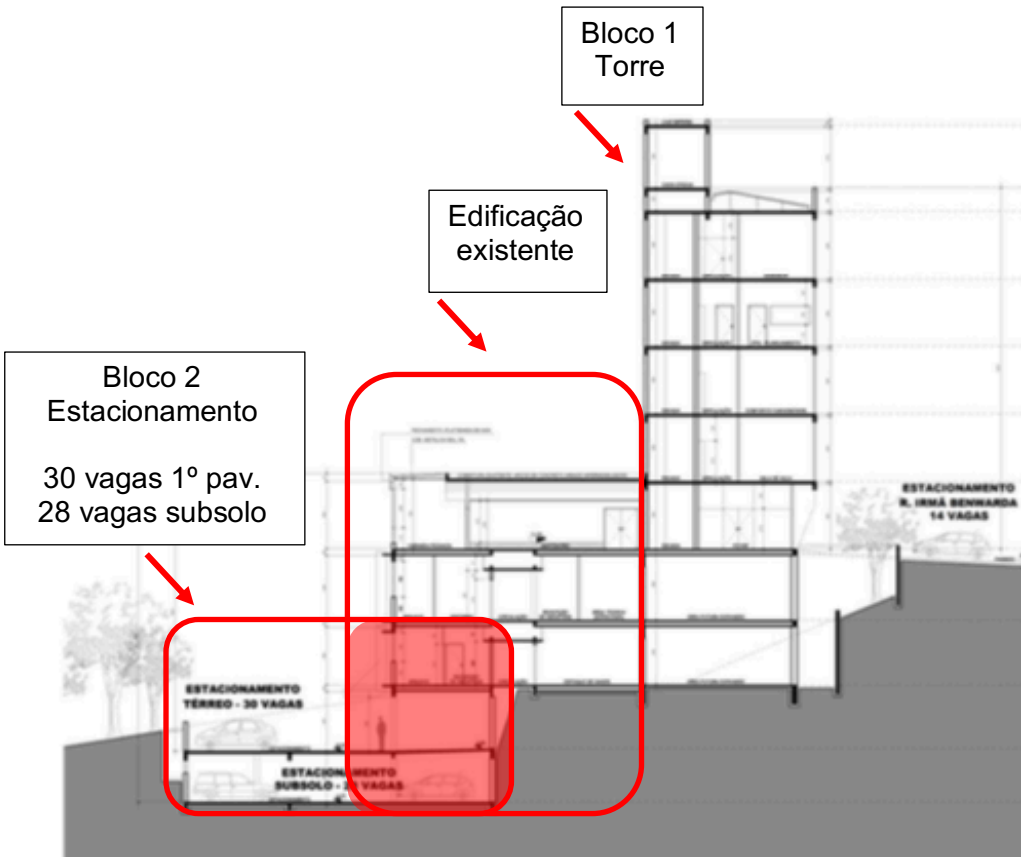
8.1. Compatibilização inicial no cenário virtual

A visualização 3D, facilitada pelo cenário virtual, revelou as áreas do Hemocentro que seriam mais afetadas pela implementação do Projeto de Reforma proposto. No presente estudo, o cenário virtual ainda auxiliou nas definições de escopos de trabalhos futuros, como na multidisciplinidade demandada pelo Ambiente Construído e no processo de modelagem do Projeto de Reforma, que serão apresentados no item 8.2.1.

Inicialmente, formatado pelo modelo *As-is* da sede do HEMOSC, sua infraestrutura e terreno natural (envoltório), o cenário virtual possibilitou as primeiras análises do Projeto de Reforma proposto e suas possíveis interferências à fase operacional do HEMOSC. Identificou-se, à projeção coincidente do Bloco 2, no intervalo correspondente aos níveis subsolo, 1º e 2º pavimentos da edificação existente (Figura 78).

O conflito geométrico corresponde à implementação dos dois níveis de estacionamento propostos e à sede atual do Hemocentro. Destaca-se que o Bloco 1 não foi inserido nas análises preliminares de compatibilização de projeto, uma vez que não possuía projeção coincidente com a edificação existente.

Figura 78 – Projeções verticais coincidentes



Fonte: FAHECE, 2011 (adaptado)

8.2. **Compatibilização preliminar no SMC**

Uma vez detectado o intervalo prioritário de compatibilização do Projeto de Reforma, (Bloco 2 e a nova sede do HEMOSC), iniciou-se o processo de modelagem das disciplinas demandadas pelo Ambiente Construído, visando o processo de compatibilização automatizada no *software* de compatibilização *Solibri Model Checker* (SMC).

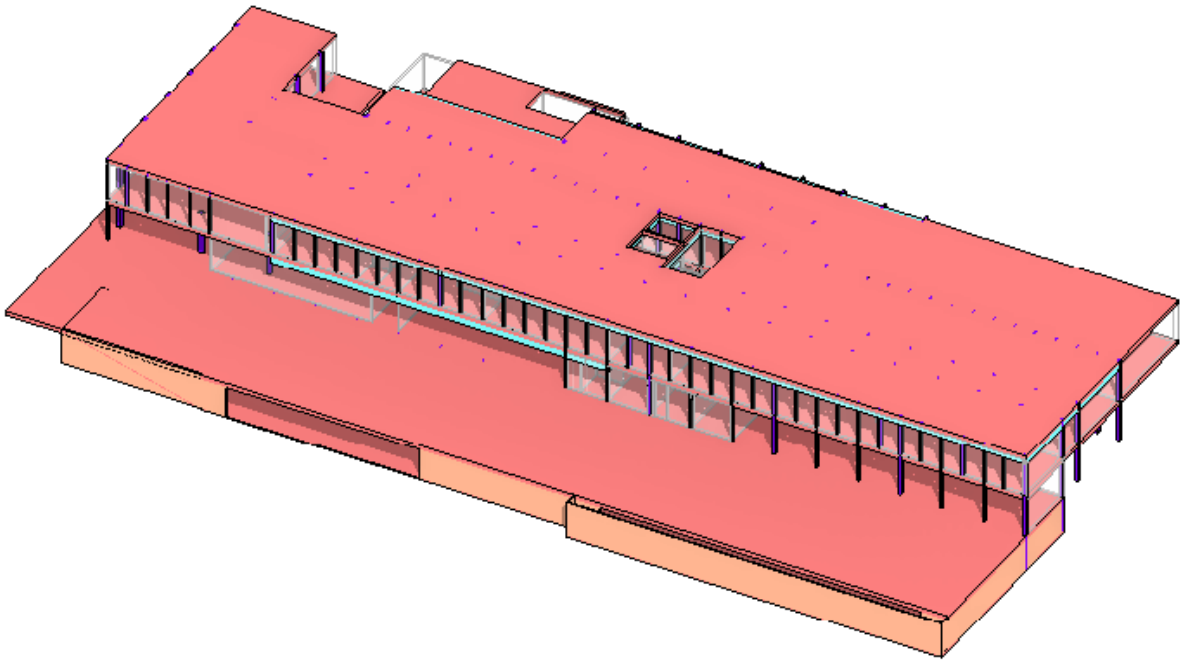
8.2.1. Modelagem do Projeto de Reforma

Os arquivos PDF (Anexo C) disponibilizados para a pesquisa, inicialmente, foram convertidos em arquivos CAD e, posteriormente, foram importados pelo *software* de modelagem *Revit* (versão 2019) selecionando-se o nível de desenvolvimento LOD 200 para os objetos.

No processo de modelagem das alvenarias, utilizou-se as famílias originais do *software* e, neste sentido, modelou-se a nova proposta da sede do Projeto de Reforma considerando suas respectivas demolições e acréscimos. Para os pilares, vigas e portas utilizou-se, também, as famílias originais porém, os pilares e vigas foram modelados considerando-se a geometria real dos objetos, baseadas nos dados coletados na inspeção técnica. Para as janelas, lajes nervuradas e vigas com seções transversais variáveis, foi necessária a modificação das famílias originais para a criação destes elementos.

A princípio, os dados importados apresentaram distorções nas cotas (situação comum nas representações por computador que permitem edições) que, na interface *Revit,* puderam ser identificadas e posteriormente, elucidadas utilizando-se as informações retiradas da nuvem de pontos e da base de dados, formatada pela inspeção técnica realizada nas instalações da sede do HEMOSC. O modelo arquitetônico do Projeto de Reforma está ilustrado na Figura 79.

Figura 79 – Modelo arquitetônico



Fonte: Autora (2019)

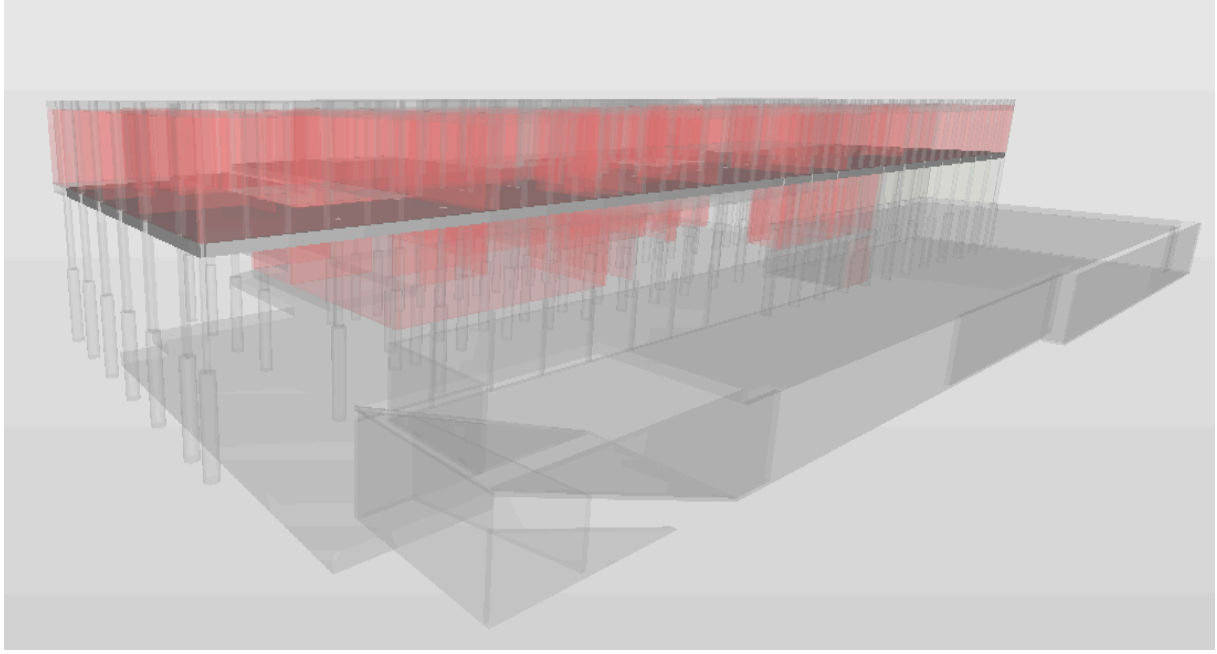
Idealmente, os projetos complementares de reforma são elaborados e compatibilizados, simultaneamente, ao projeto arquitetônico. No entanto, como de fato não ocorreu no objeto de estudo, optou-se por modelar a condição menos favorável possível, coerente com as seções transversais dos pilares existentes. Para o desenvolvimento do modelo de fundações do Projeto de Reforma, utilizou-se a base de dados da inspeção técnica, para a seleção da tipologia adotada.

Nesta direção, adotou-se para os elementos verticais de fundações, o diâmetro de 60cm (valor mínimo necessário para a execução de escavação manual) e 3m de profundidade (mínimo para fundações profundas), de acordo com as orientações da ABNT/NBR 6122:2019 (ABNT, 2019, p. 5). Para a modelagem dos tubulões, utilizou-se as famílias originais do *software* e o LOD 200 para os elementos.

Os modelos do Projeto de Reforma foram exportados em arquivos nativos (RVT) e em formato aberto *Industry Foundation Class* (IFC), com base no esquema IFC 2x3.

É importante ressaltar que, a tipologia da fundação selecionada e a ordem de grandeza relacionada à sua profundidade, não alterariam os resultados obtidos. Como exemplo, cita-se: tipologia de fundação rasa com profundidade de 10cm (já seria suficiente para gerar conflitos geométricos com a estrutura existente), uma vez que o *software* de compatibilização será parametrizado com este valor de precisão. Desta forma, optou-se por utilizar os parâmetros compatíveis com a estrutura existente registrada. Na Figura 80 apresenta-se o modelo final gerado do Projeto de Reforma.

Figura 80 – Modelo final



Fonte: Autora (2019)

O processo de compatibilização multidisciplinar do Ambiente Construído se difere dos novos projetos, pela abordagem de duas matrizes de projetos (matriz *As-is* e proposta), onde a matriz *As-is* é o resultado da modelagem a partir dos dados sistêmicos da edificação existente (a partir de plantas 2D, arquivos digitais 2D ou da nuvem de pontos) e, a matriz proposta é o resultado da modelagem dos projetos autorais desenvolvidos para as intervenções necessárias. Uma vez que as edificações existentes e em uso, estão na fase operacional do seu ciclo de vida,

configuram um sistema em equilíbrio e, consequentemente, uma matriz *As-is* multidisciplinar previamente compatibilizada.

Desta forma, os novos projetos propostos ao Ambiente Construído, necessitam de dois processos de compatibilização; no primeiro processo, aborda-se a compatibilização multidisciplinar da matriz proposta; no segundo processo, desenvolve-se a compatibilização entre a matriz proposta e a matriz existente (matriz *As-is*) gerando assim, um maior número de combinações possíveis, gerando maior massa de dados.

8.2.2. Compatibilização multidisciplinar

Na compatibilização de projetos, a expectativa por resultados preliminares está relacionada com o objetivo de antecipar soluções minimizando, problemas futuros. Oliveira *et al.* (2015) discorriam que, uma vez acessados preliminarmente, os conflitos podem ser classificados em diferentes níveis, tornando-se dispositivos de controle que permitem a medição e acompanhamento das áreas mais críticas do projeto.

Desta forma, o alinhamento entre as áreas de maior grau de severidade e de menor grau, tem o objetivo de ajustar as referências que atendam às particularidades demandada pelos projetos, tanto no atendimento a regras específicas, quanto nas análises vinculadas a sua própria geometria.

O *software* BIM utilizado no presente estudo, *Solibri Model Checker* (SMC) versão 9.10, foi selecionado por oferecer conjuntos de regras, que contemplam uma ampla variedade de opções, para as mais diversas abordagens. A possibilidade de permitir o ajuste dos parâmetros das regras, garante o atendimento dos objetivos específicos de cada projeto permitindo assim, o controle de qualidade da informação gerada, tornando o processo de tomada de decisões, mais preciso.

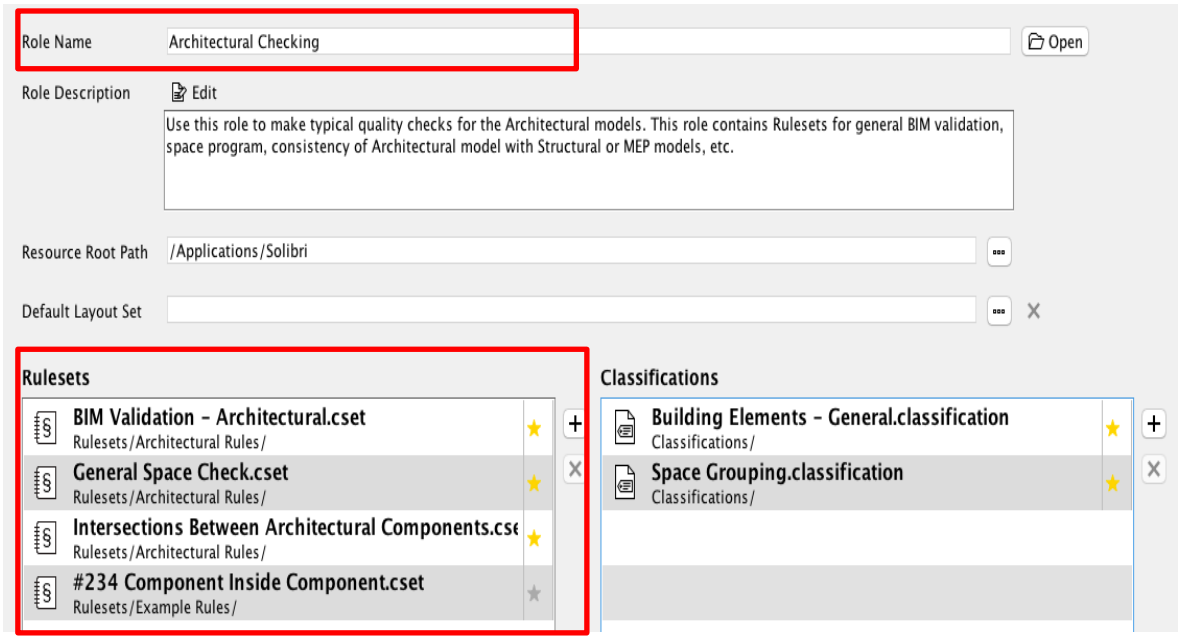
8.2.3. Validação dos modelos

De acordo com Santos (2003), a principal utilidade da informação é para a tomada de decisão pois, a qualidade das informações pode determinar o acerto das decisões

tomadas. Neste contexto, para garantir a eficácia do processo de checagem, se faz necessário consolidar, previamente, a integridade técnica dos modelos envolvidos por meio de validações. Esse controle de qualidade garante a confiabilidade necessária para um processo de compatibilização de alta precisão.

Neste estudo, gerou-se os modelos do Projeto de Reforma em formato aberto (com base no esquema IFC 2x3), que foram importados pelo *software* SMC. Inicialmente, com o objetivo de garantir a qualidade e eficácia do processo de checagem, selecionou-se conjuntos de regras *default* do SMC, utilizados na validação da integridade técnica dos modelos gerados pelo Projeto de Reforma. Na Figura 81, apresenta-se os conjuntos de regras, utilizado no presente estudo, com o objetivo de checar interferências e consistência das informações dos modelos gerados pelo Projeto de Reforma proposto.

Figura 81 – Conjunto de regras



Fonte: SMC, 2019 (adaptado)

8.2.4. Checagem de conflitos

A detecção e coordenação de conflitos é uma verificação de interferências para identificar áreas ou elementos que ocupam o mesmo espaço, ao mesmo tempo

(HUANG, 2007), podendo-se desenvolver um plano de controle elencando diferentes graus de severidade para o projeto.

De acordo com Silva (2018), o SMC é considerado uma das plataformas de verificação automática mais disseminadas no cenário BIM internacional. As ocorrências geradas identificam, quantitativamente, os conflitos e falhas na modelagem do projeto além de permitir o controle qualitativo dos modelos BIM envolvidos no processo de compatibilização e das informações neles contidas (TAKAGAKI, *et al.,* 2016).

O controle qualitativo tem caráter subjetivo e pode ser estabelecido pelo usuário, adotando-se diferentes níveis de severidade às ocorrências detectadas, de acordo com o objetivo de abordagem demandada no processo de compatibilização, que no SMC, são classificadas em três graus: crítico, moderado e baixo.

Neste estudo, os graus de severidade foram parametrizados, de forma personalizada, utilizando-se o volume das peças estruturais. Classificou-se como grau crítico as interferências geradas pelos conflitos geométricos de superfície entre componentes, referenciados no Projeto de Reforma, utilizando-se limites de baixa ordem de grandeza (Figura 82). Já os graus moderado e baixo foram classificados de acordo com as interferências geradas por conflitos volumétricos entre componentes causados por duplicidades, superposições e intersecções, referenciados nas Figuras 83 e 84.

Na Figura 82, apresenta-se os parâmetros máximos de tolerância, aplicados para a geração das ocorrências de grau crítico, que considerou para os conflitos de superfícies laterais (*side surfaces*), os valores máximos de: 0 (zero) para pilares, 1cm para paredes e 1cm para lajes, onde os valores mínimos não indicados, são considerados nulos.

Ressalta-se que, os valores de tolerância seriam fundamentais para as análises estruturais. No entanto, não foram explorados, uma vez que o Projeto de Reforma não abordou a disciplina de estruturas, nem mesmo o pré-dimensionamento estrutural, incluindo as vigas, necessário para realizar o estudo preliminar específico.

Figura 82 – Parâmetros máximos de tolerância aplicados para a geração das ocorrências de grau crítico em (a) Pilares; (b) Paredes; (c) Lajes



Fonte: SMC, 2019 (adaptado)

Na Figura 83 ilustra-se os parâmetros de tolerância utilizados, para a geração de ocorrências de graus de severidade moderado e baixo. Visando a atender o objetivo principal de compatibilização de conflitos geométricos, adotou-se: volume (m^3) como parâmetro de análise, lajes (*slabs*) como 1º componente e quaisquer outros componentes (*any*), como 2º componente.

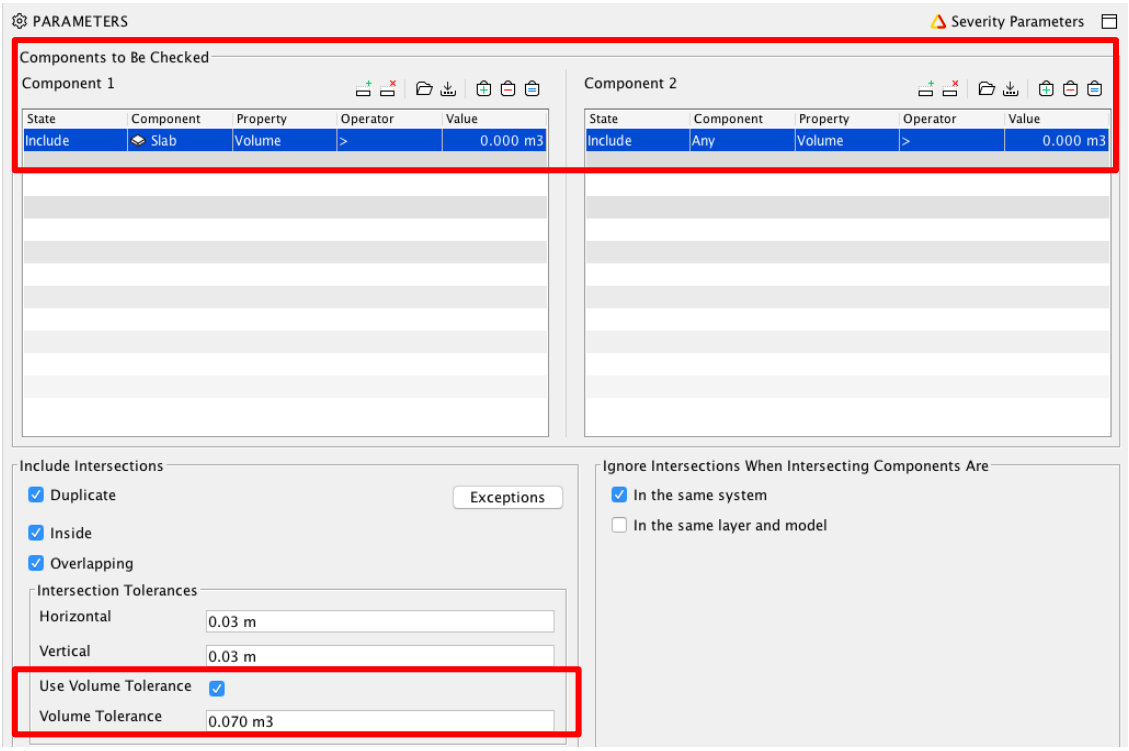
Na Figura 84 apresenta-se os valores utilizados como referências qualitativas, por meio da parametrização dos graus de severidade das ocorrências. O SMC permite a parametrização dos graus crítico e baixo gerando, automaticamente, o grau moderado que corresponde ao intervalo intermediário, formatado pelos limites extremos. Desta forma, considerou-se para a parametrização do grau de severidade baixo, os volumes menores ou iguais a 0,07m^3, com o objetivo de detectar os conflitos geométricos entre

as espessuras de lajes (35cm) e os elementos verticais presentes na estrutura da edificação (pilares) com as maiores seções transversais (30x60cm) de projeto (0,35m x 0,30x0,60m = 0,063m^3).

Já para a parametrização do grau de severidade crítico, determinou-se os volumes maiores que 0,20m^3, com o objetivo de identificar quaisquer outros conflitos geométricos entre componentes.

Neste contexto, gerou-se, automaticamente, a parametrização do grau moderado abordando o intervalo entre os volumes maiores que 0,07m^3 e menores ou igual ao volume de 0,20m^3. Intervalo esse, suficiente para registrar os conflitos geométricos entre lajes (35cm) e elementos verticais das fundações (tubulões com diâmetro de 60cm) além de alvenarias com espessuras de até 25cm (0,35m x 3,14x 0,30x0,30m = 0,10m^3) e (0,35m x 0,25x1m = 0,09m^3), respectivamente.

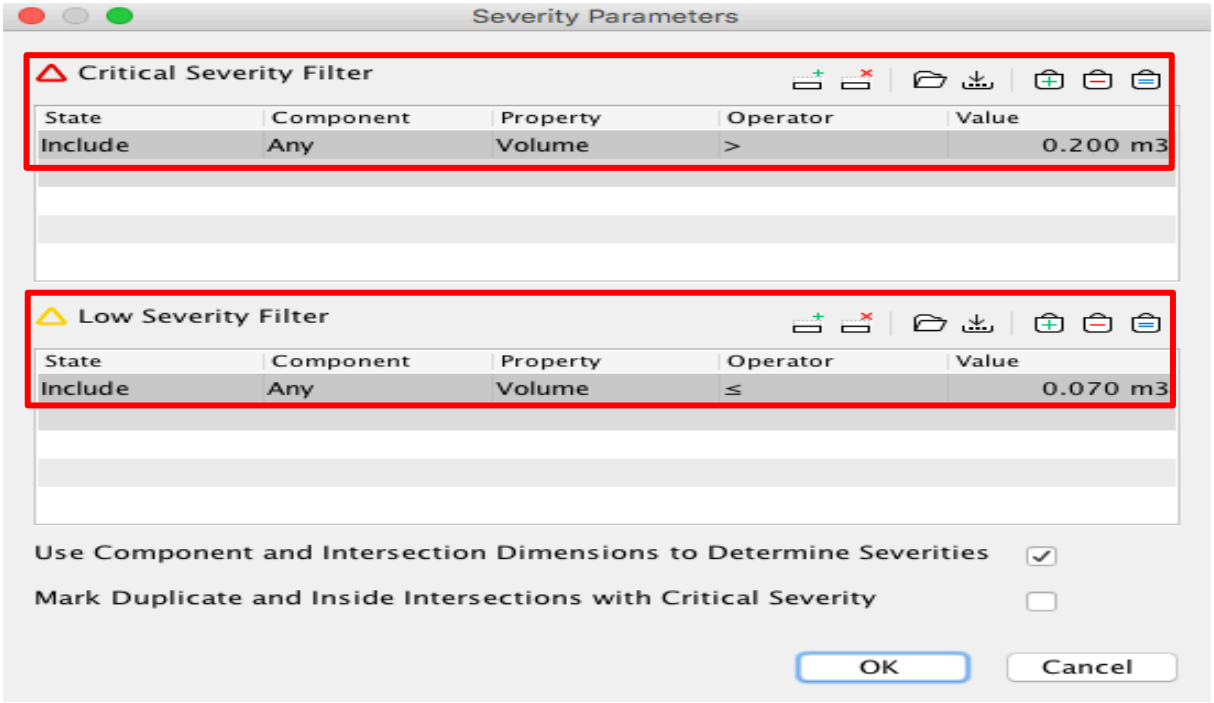
Figura 83 – Parâmetros de tolerância SMC



Fonte: SMC, 2019 (adaptado)

É importande destacar que o parâmetro *Duplicate* (duplicidade) é caracterizado pelas situações onde os componentes, de mesma geometria, ocupam o mesmo lugar ao mesmo tempo; O*verlapping* (sobreposição) se refere às geometrias iguais ou diferentes entre componentes, parcialmente, interseccionadas um pelo outro; *Inside* (dentro) considera as ocorrências entre componentes, com geometrias distintas, onde um deles está totalmente inserido dentro do outro.

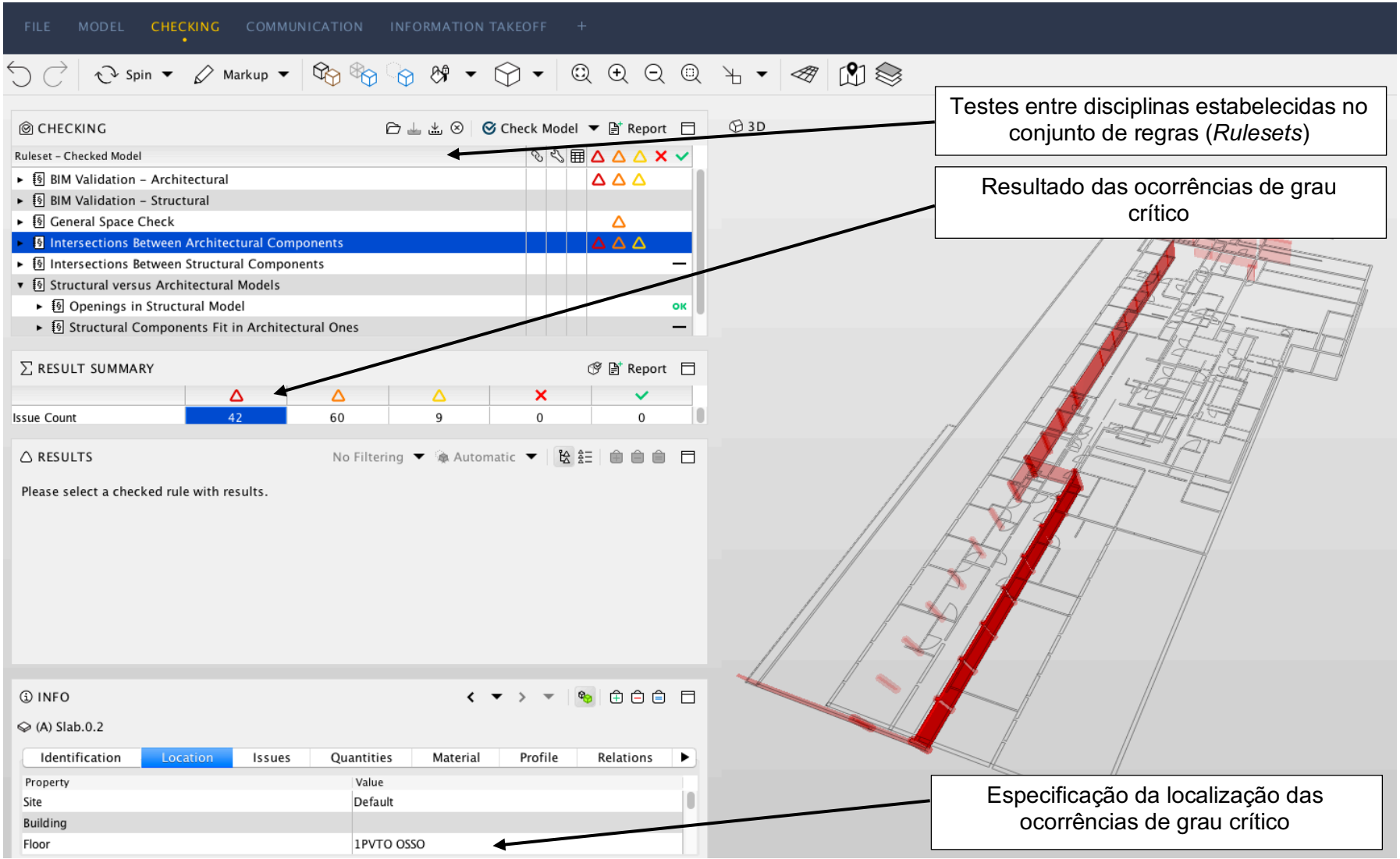
Figura 84 – Parâmetros de severidade SMC



Fonte: SMC, 2019 (adaptado)

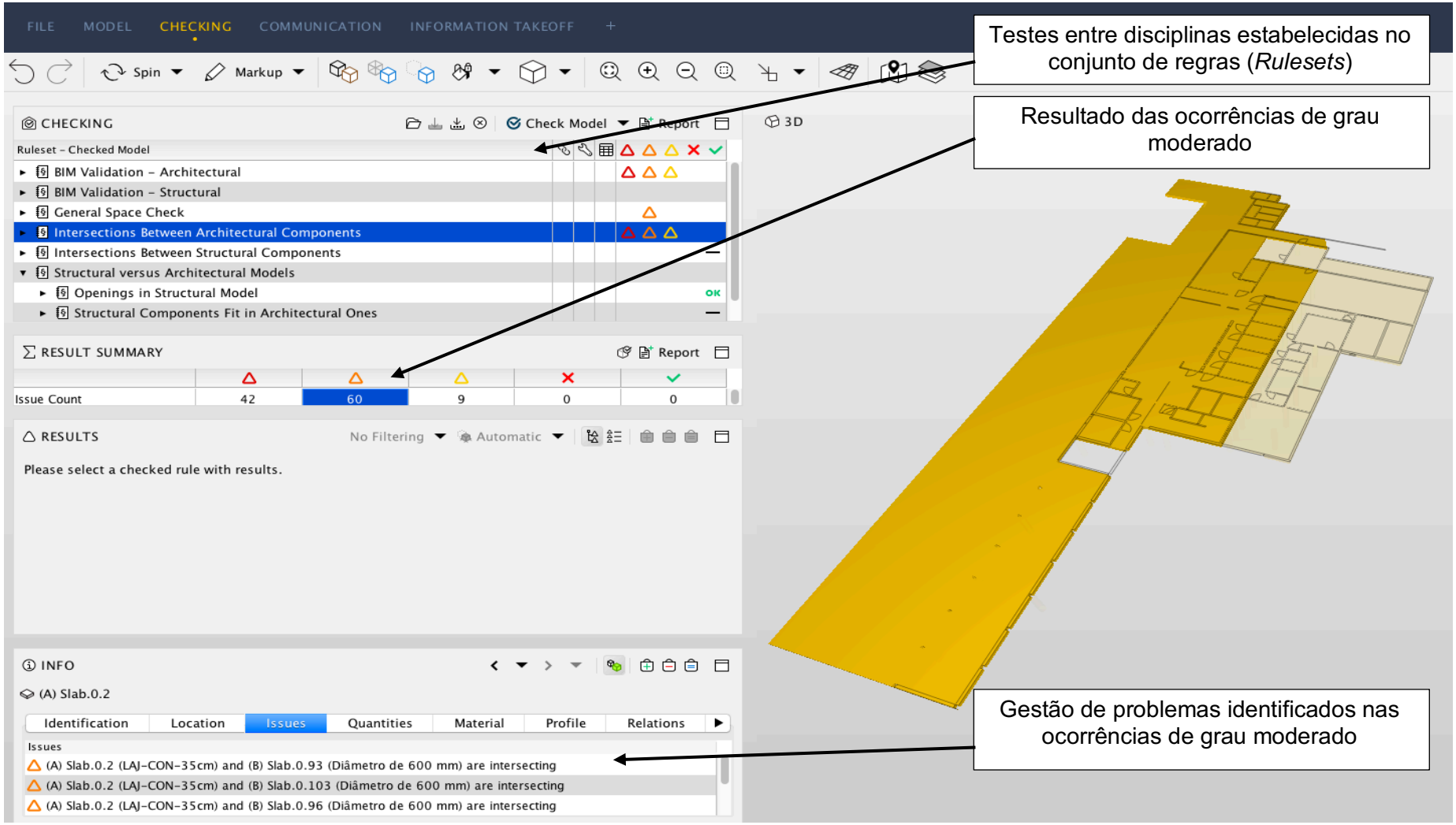
A análise realizada na compatibilização preliminar entre os modelos relataram 111 ocorrências, sendo 42 de grau crítico, 60 de grau moderado e 9 de grau baixo. Nas Figuras 85 a 87 ilustram-se as ocorrências de grau crítico, moderado e baixo, respectivamente. Essas ocorrências serão detalhadas no item 8.3.

Figura 85 – Ocorrências de grau crítico



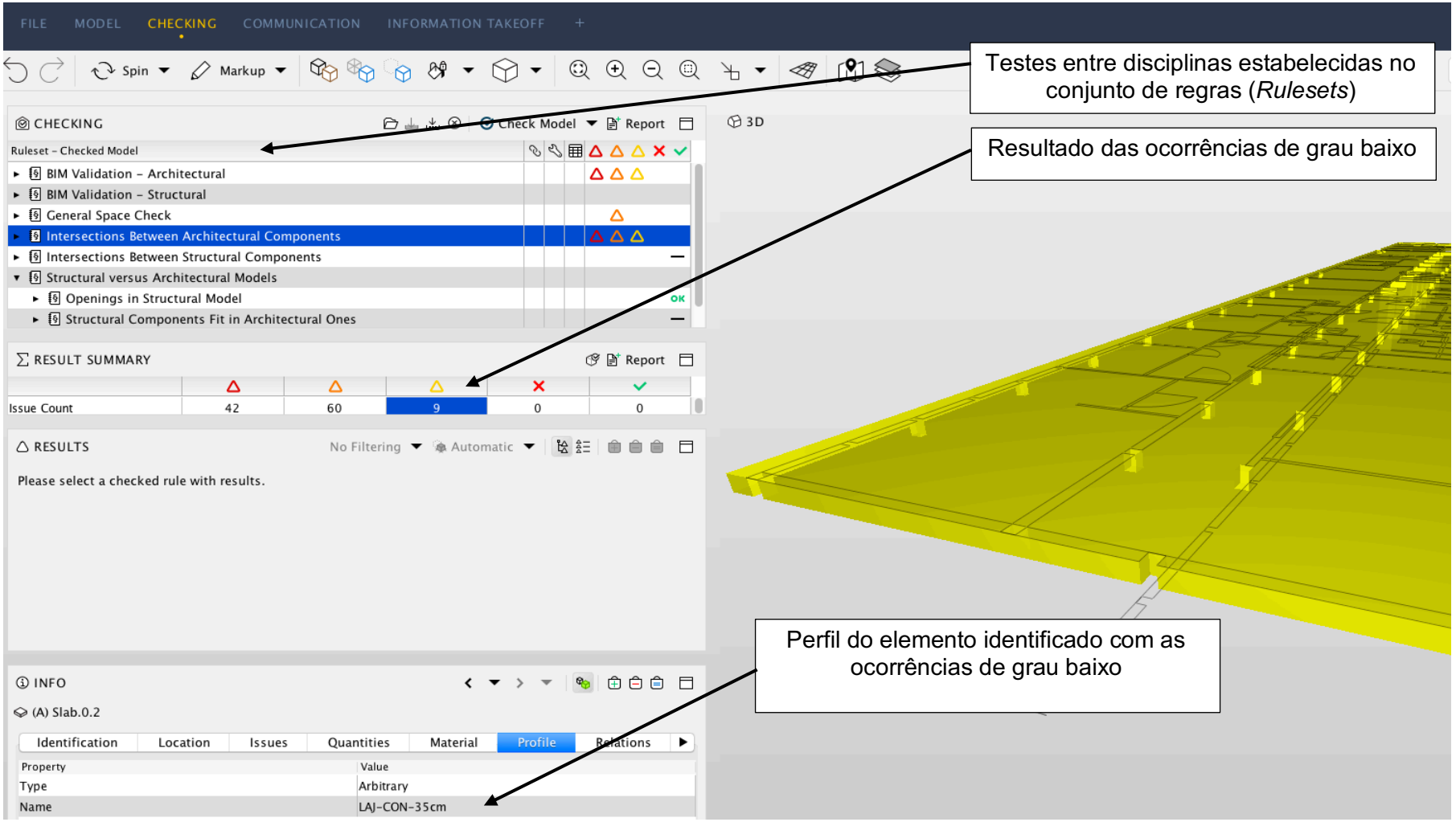
Fonte: Autora (2019)

Figura 86 – Ocorrências de grau moderado



Fonte: Autora (2019)

Figura 87 – Ocorrências de grau baixo



Fonte: Autora (2019)

8.3. **Análises dos resultados**

As análises dos resultados do presente estudo foram realizadas utilizando-se a visualização tridimensional dos modelos gerados e o relatório SMC de checagem de conflitos. Vale destacar a importância da navegação 3D que possibilita a visualização de detalhes durante todo o processo de análise crítica dos modelos. Esse recurso, aliado às ferramentas de seccionamentos longitudinal e transversal, permite registros com minuciosidade de detalhes (*section box*), além dos marcadores de dados sobre as imagens 3D (*mark-ups*), gerando uma documentação consistente e de alta precisão. O relatório de comunicação promove a integração multidisciplinar demandada pela metodologia BIM, na etapa de compatibilização multidisciplinar futura, uma vez que orienta o trabalho dos profissionais envolvidos, para que promovam as intervenções necessárias.

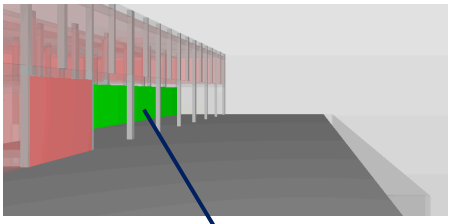
Inicialmente, as análises das ocorrências geradas pelo processo de checagem no SMC foram compatíveis com as antecipadas pelo cenário virtual, formatado pelo modelo *As-is* da sede do HEMOSC e seu envoltório, além das projeções do Projeto de Reforma. Posteriormente, evidenciaram inconsistências na solução arquitetônica proposta e, reforçaram a relevância de estudos complementares preliminares.

Na Figura 88 apresenta-se detalhadamente, as ocorrências de grau crítico. Na Figura 88(a) ilustra-se as ocorrências no 1º pavimento, registradas entre a alvenaria de contenção proposta e os elementos verticais (pilares existentes). Na Figura 88(b) detalha-se o 1º pavimento com a projeção do subsolo, destacando-se os novos pilares propostos, nos dois níveis. Na Figura 88(c) apresenta-se as ocorrências no subsolo, registradas entre as alvenarias de contenção propostas (trechos 1, 2 e 3) e os elementos verticais (fundações existentes no trecho 1).

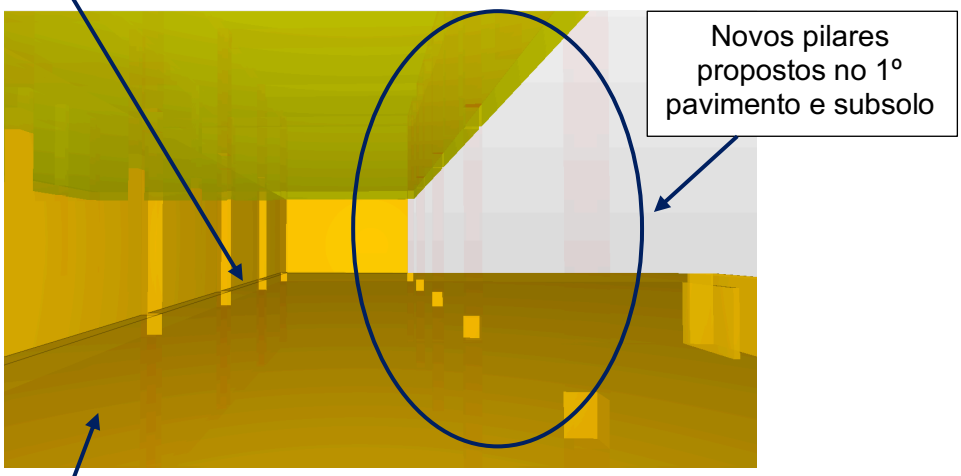
Na Figura 89, destaca-se em vermelho, as inconsistências detectadas na geometria dos pilares (25x25cm) no 1º pavimento e na espessura de parte da laje de forro. No entanto, não comprometeram os resultados, uma vez que qualquer valor maior que zero, seria suficiente para gerar os conflitos geométricos de superfície. Já a inconsistência em relação a espessura e constituição da laje de forro do 1º

pavimento, na fração aterrada, demandaria o estudo específico da disciplina de fundações e estrutura para a devida correção.

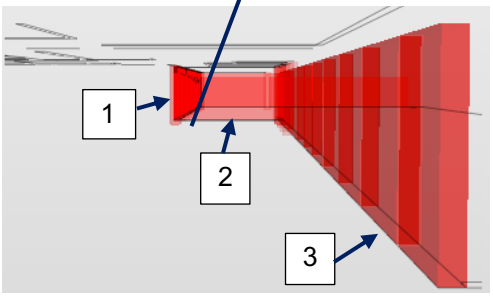
Figura 88 – Detalhes dos *clashes* de grau crítico; (a) Alvenaria de contenção no 1º pavimento; (b) 1º pavimento; (c) Alvenaria de contenção no subsolo



(a) Alvenaria de contenção no 1º pavimento



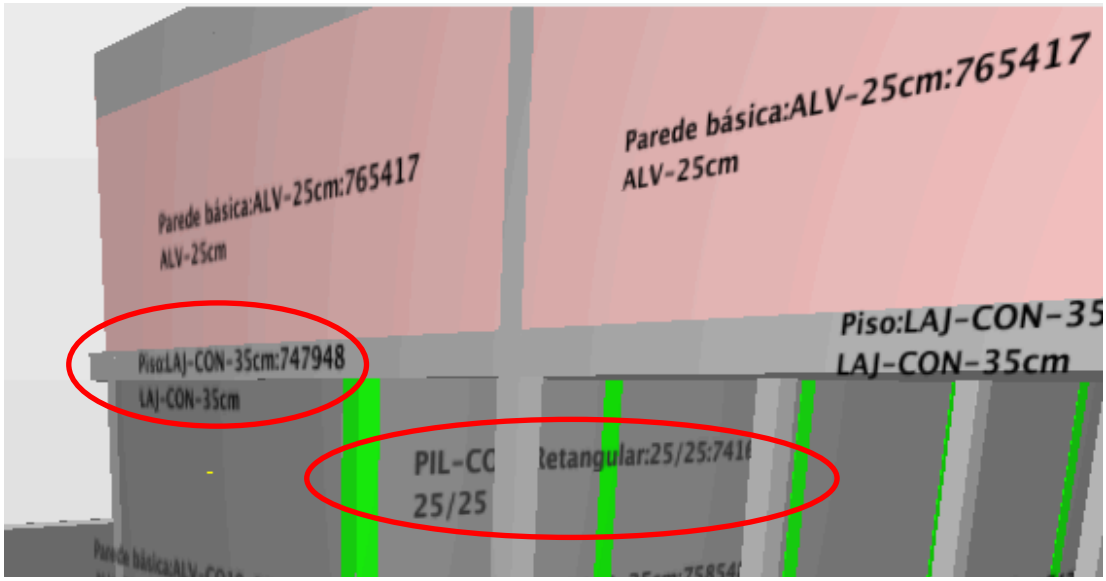
(b) 1º pavimento com projeção do subsolo



(c) Alvenaria de contenção no subsolo

Fonte: Autora (2019)

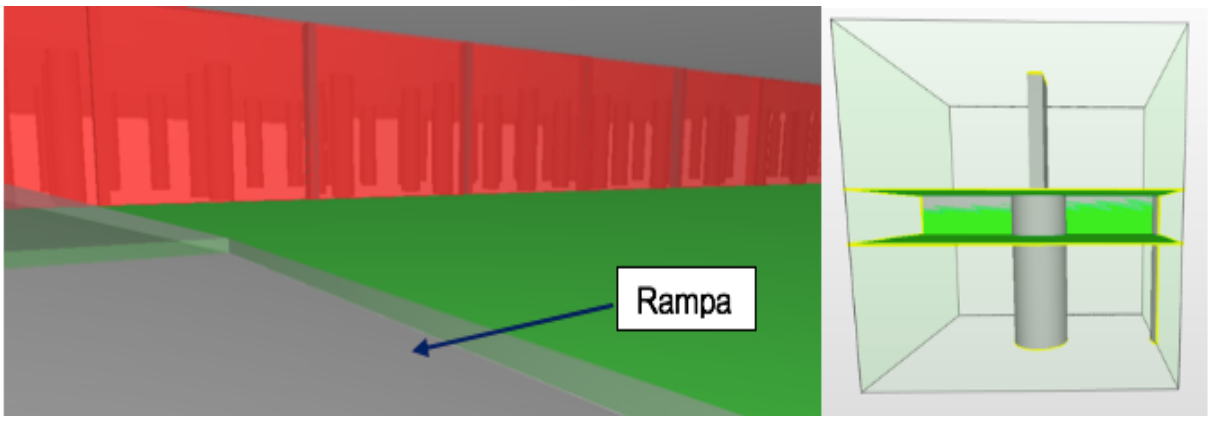
Figura 89 – Inconsistências



Fonte: Autora (2019)

Quanto às 60 ocorrências de grau moderado revelaram falhas relacionadas à modelagem arquitetônica (Figura 90) envolvendo um componente dentro de outro (*inside*). Os conflitos ocorreram no subsolo e no 1º pavimento (área de ampliação) entre a espessura de laje de piso (35cm) e os novos elementos verticais (tubulões com 60cm de diâmetro), gerando o volume de 0,099m^3 por componente (maior que 0,07m^3 e menor que 0,20m^3) caracterizando-se, pelos limites de severidade estabelecidos, como ocorrências de grau moderado. Na Figura 90(a) ilustra-se como exemplo, a laje de piso do subsolo e, na Figura 90(b) detalha-se a interseção entre os compontentes (tubulão e laje) utilizando-se a caixa de seção (*section box*).

Figura 90 – Subsolo; (a) Laje de piso; (b) Detalhe da intersecção



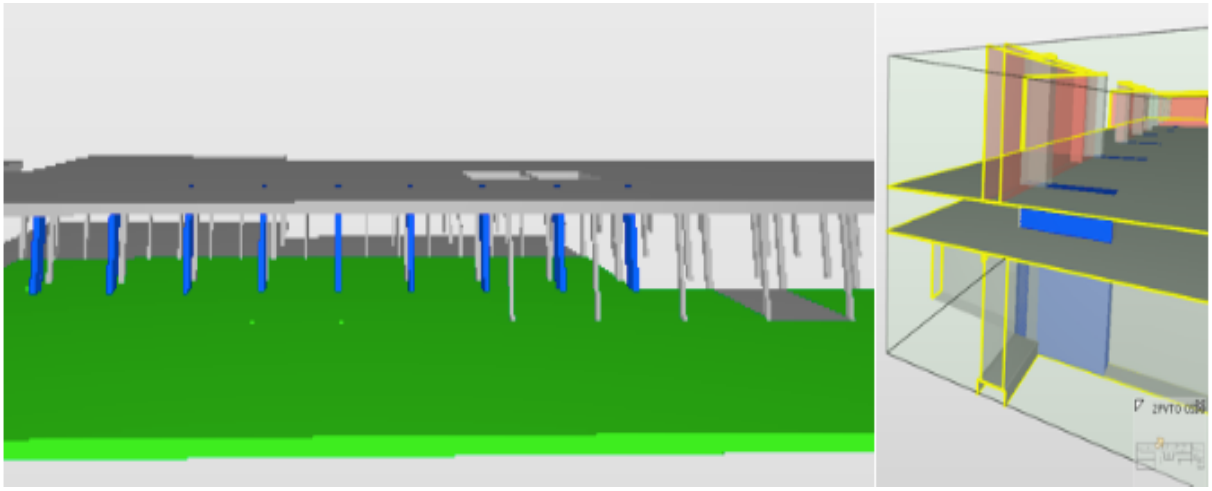
(a) (b)

Fonte: Autora (2019)

Em relação às 9 ocorrências de grau baixo, foram constatadas no 1º pavimento entre a espessura da laje de forro (35cm) e os pilares (30x60cm), gerando o volume de 0,063m^3 caracterizando-se, pelos limites de severidade estabelecidos, ocorrências de grau baixo.

As falhas detectadas de grau de severidade moderada e baixo, refletem a necessidade de informações específicas dos projetos complementares de fundações e estruturas, para a devida correção do modelo arquitetônico. Na Figura 91(a) destaca-se, na cor azul, os 9 pilares e na Figura 91(b) detalha-se a interseção entre componentes (pilares e laje de forro), utilizando o recurso de ilustração caixa de seção (*section box*).

Figura 91 – 1º pavimento; (a) Laje de forro; (b) Detalhe da interseção

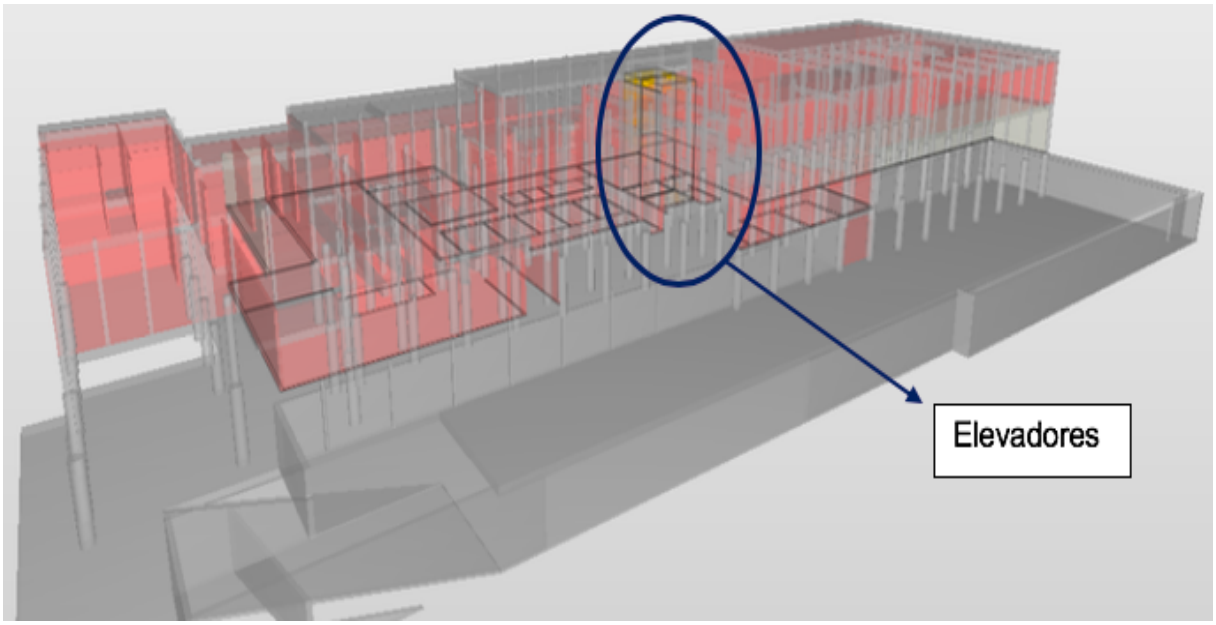


(a) (b)

Fonte: Autora (2019)

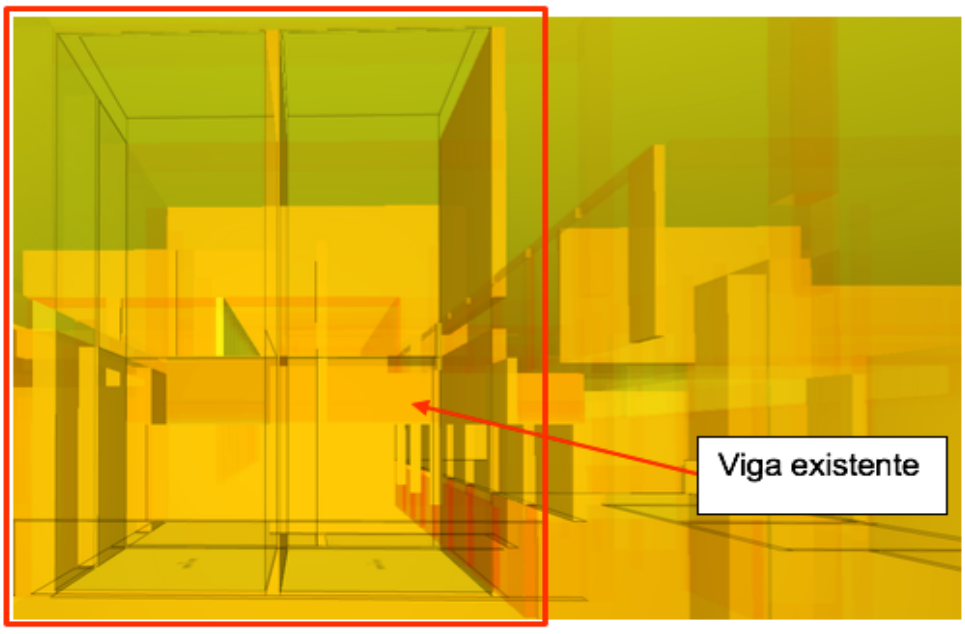
É importante ressaltar que uma relevante incompatibilidade, de grau crítico não foi, a princípio, gerada pela compatibilização preliminar. A ausência da ocorrência revelou que o modelo arquitetônico não considerou a funcionalidade dos elevadores (deslocamento). Posteriormente, a respectiva zona vertical foi incorporada ao modelo, uma vez que o LOD 200 estabelecido para os objetos, não contemplaria este atributo dos objetos, reforçando assim a importância das validações prévias para a geração de relatórios de conflitos confiáveis, como ilustrado na Figura 92 e detalhado na Figura 93.

Figura 92 – Modelo final corrigido



Fonte: Autora (2019)

Figura 93 – Detalhe dos elevadores

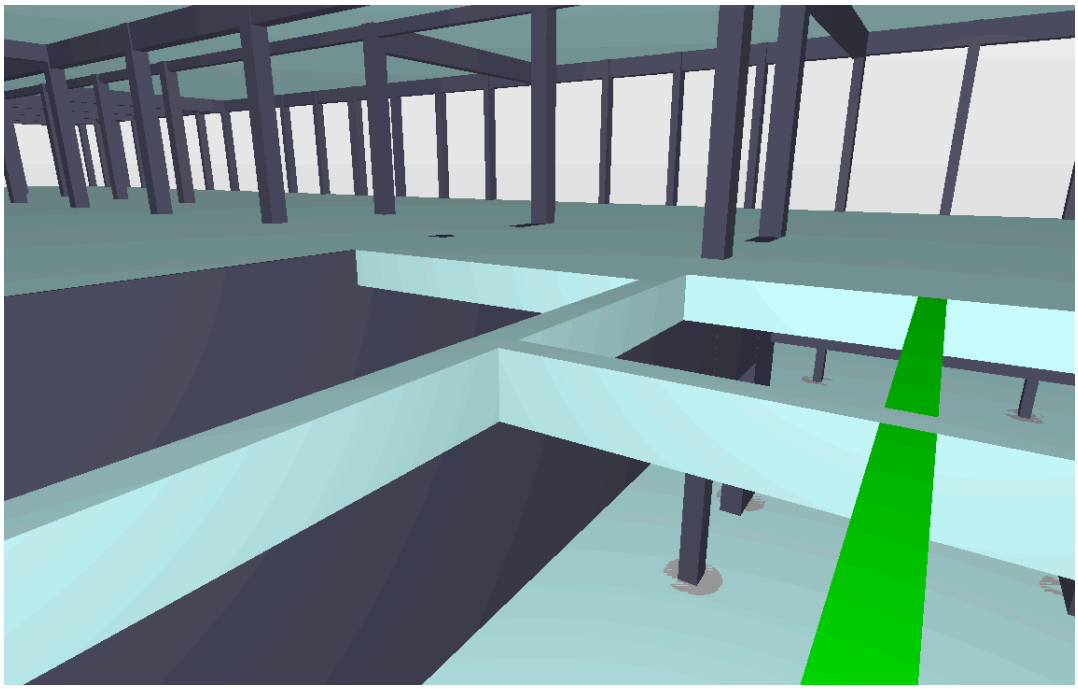


Fonte: Autora (2019)

Na Figura 94 ilustra-se a incompatibilidade geométrica (*clash*) detectada, após a intervenção corretiva no modelo arquitetônico, na nova checagem de conflitos. Na

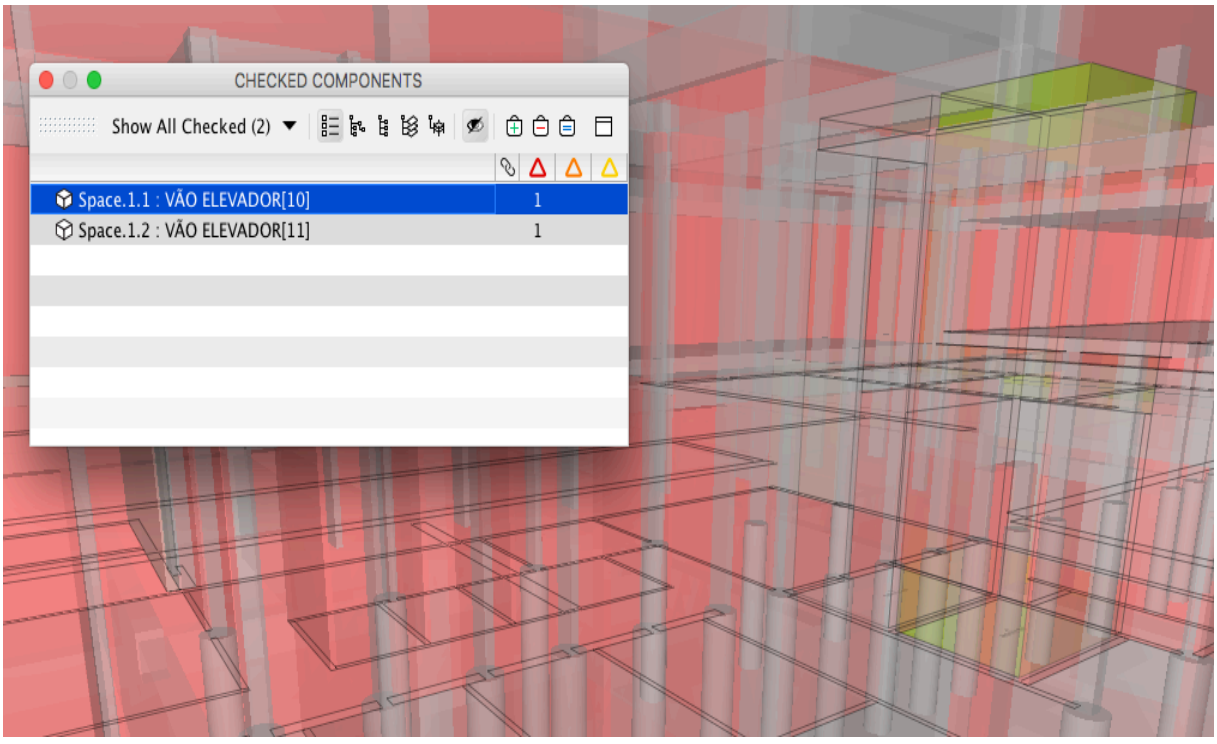
Figura 95 apresenta-se o resultado da checagem dos componentes (elevadores) em suas respectivas zonas verticais, delimitadas pelas suas especificidades.

Figura 94 – *Clash* geométrico de grau crítico



Fonte: Autora (2019)

Figura 95 – Intervenção corretiva

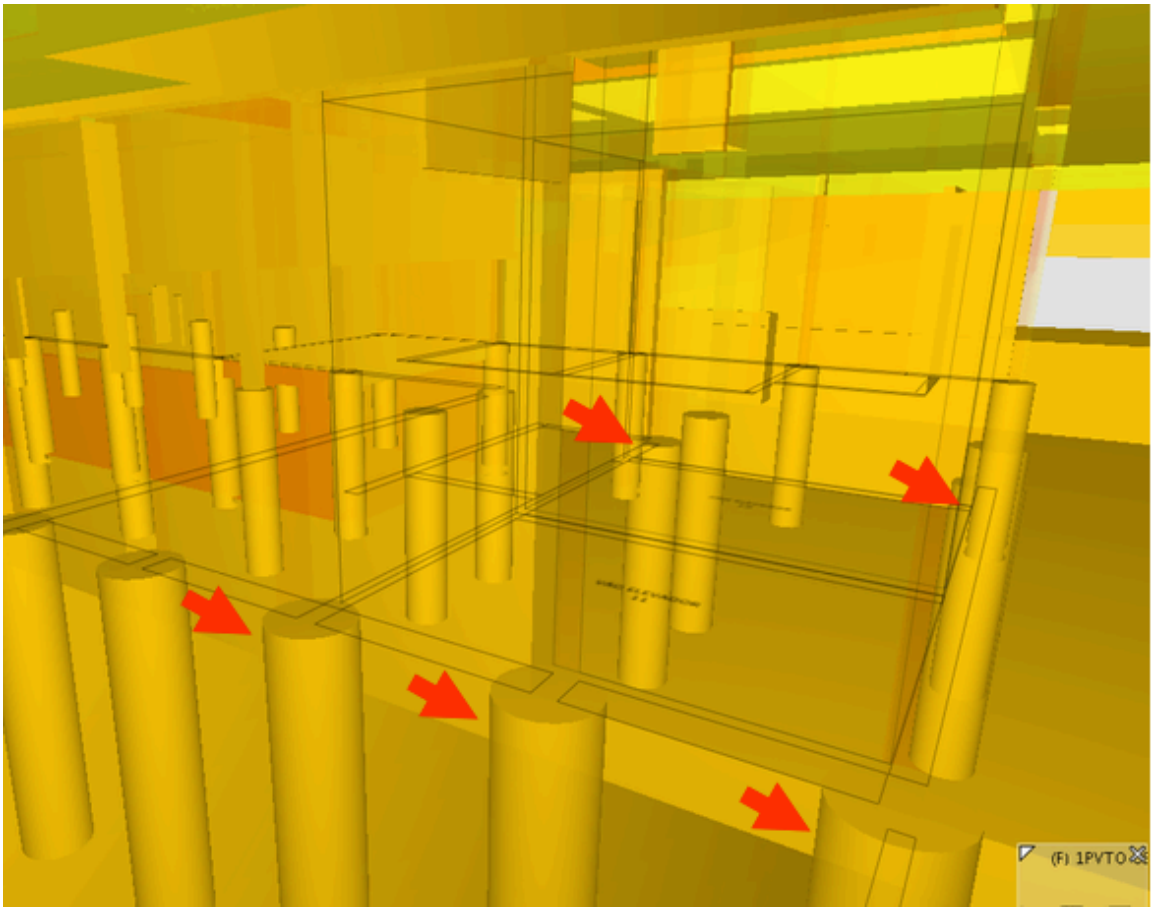


Fonte: Autora (2019)

A incompatibilidade demandaria análises específicas das disciplinas de estruturas e fundações uma vez que, para solucionar o conflito geométrico, seriam necessárias a demolição de parte da viga existente e a estabilização da estrutura remanescente. Neste contexto, se faz importante destacar os elementos de fundações existentes no entorno dos elevadores, como ilustrados na Figura 96.

Na impossibilidade de ocorrer a demolição necessária, os elevadores necessitariam de novo posicionamento no 1º pavimento. No entanto, este pavimento é caracterizado por densa estrutura de concreto armado, com curto espaçamento entre vigas (162cm), detalhe que inviabilizaria o seu reposicionamento, sem demolições de estrutura existente. Fato este, que demandaria a revisão da solução arquitetônica proposta, uma vez que a circulação vertical (elevadores) representam solução de premissa, determinante, no Plano Diretor.

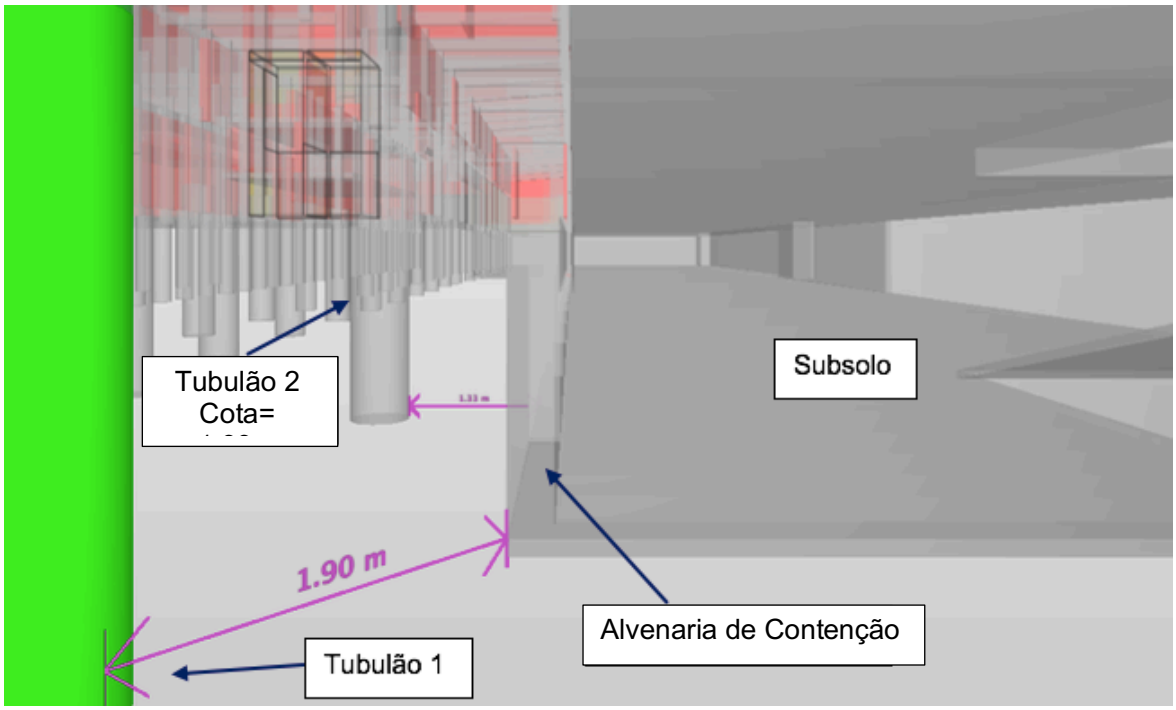
Figura 96 – Elementos de fundação existentes



Fonte: Autora (2019)

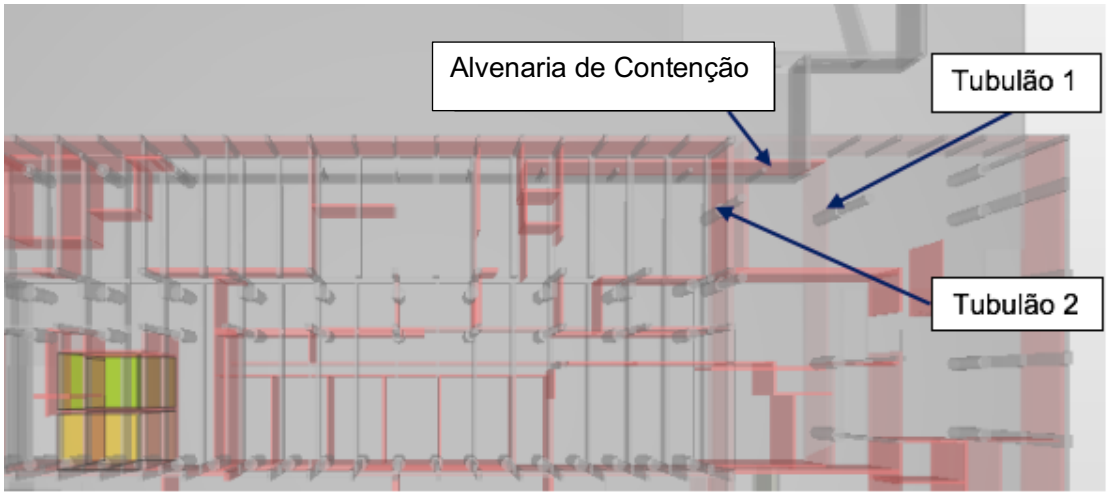
Outra análise possibilitada na visualização 3D do modelo, apesar de não representar *clash* geométrico, revelou no subsolo, preocupante proximidade de dois elementos de fundações existentes, em relação à alvenaria de contenção proposta. Na Figura 97 apresenta-se a vista registrada com indicação dos tubulões e suas respectivas cotas de afastamento (1,33m e 1,90m) em relação a estrutura de contenção proposta. Na Figura 98 ilustra-se a vista de topo do modelo final.

Figura 97 – Modelo final (subsolo)



Fonte: Autora (2019)

Figura 98 – Modelo final (vista de topo)



Fonte: Autora (2019)

As constatações são relevantes uma vez que poderiam comprometer as atividades de desaterro previstas no subsolo, na fase inicial de execução de obras, vinculadas ao Marco 1 (Início das Obras do Estacionamento), previsto na Logística de Reformas e Ampliações.

A incompatibilidade detectada demandaria estudos específicos das disciplinas de estruturas e fundações uma vez que, para solucionar o conflito geométrico, seriam necessárias a demolição da peça estrutural e a estabilização da estrutura remanescente. Na impossibilidade de ocorrer as intervenções necessárias, os elevadores de serviço necessitariam de novo posicionamento no 1º pavimento. No entanto, o pavimento em questão é caracterizado por densa estrutura com vigas distanciadas entre si (162cm), detalhe que inviabilizaria o reposicionamento dos elevadores comprometendo a solução arquitetônica proposta, uma vez que são elementos resultantes de solução de premissa determinante no Plano Diretor.

9. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Os objetivos desta fase abordam análises criticas dos resultados obtidos em relação às soluções propostas. Primeiramente, foram analisados os benefícios e restrições das técnicas aplicadas (3D *laser scanning* e termográfica) no Ambiente Construído. Sequencialmente, foram identificadas as contribuições do BIM/VDC ao Projeto de Reforma e Ambiente Construído, bem como, relatadas as dificuldades enfrentadas durante os processos de trabalho que serão apresentadas nos itens 9.1 a 9.5.

9.1. Discussão dos resultados decorrentes das análises da sede atual do HEMOSC quanto ao atendimento à programação físico funcional, exigida pela RDC 50/2002

Os resultados obtidos demonstraram a eficácia da técnica 3D *laser scanning* aplicada se comparada aos processos tradicionais de levantamento, em função da velocidade de captura, envolvendo 3 dias de trabalho para o levantamento dos 3063m^2 de área construída (arquitetura interna e externa), além de alta consistência de dados que proporcionou suporte às demais etapas do fluxo de trabalho.

Com o objetivo de verificar o atendimento da sede atual do HEMOSC, aos quesitos obrigatórios quanto à programação fisico funcional, determinado pela RDC 50/2002, concluiu-se que o modelo arquitetônico *As-is* BIM embasou, de forma precisa, as análises.

Os resultados revelaram que as instalações existentes na sede atual do HEMOSC, atenderam 78% dos quesitos obrigatórios estabelecidos pela RDC 50/2002, aplicáveis aos usos específicos do HEMOSC. Observou-se que, os 22% dos quesitos não atendidos, estão relacionados aos setores caracterizados pela categoria de uso Apoio, que é uma atividade meio, que auxilia no cumprimento das atividades principais.

A meta de crescimento para o processamento de bolsas de sangue destinadas ao abastecimento dos hospitais, projetada para a Hemorrede do estado de Santa Catarina até 2050, é superior a 100% em relação a produção atual. Desta forma, o

atendimento de 78% dos quesitos obrigatórios, aliado à capacidade atual de atendimento à população, não atenderia à demanda prevista para o ano de 2050, pelo Hemocentro coordenador, confirmando a necessidade do Projeto de Reforma, com ampliação de área, das instalações do HEMOSC.

Em relação às restrições da técnica aplicada, é importante destacar que o equipamento *laser scanner* registra apenas a superfície externa dos objetos, demandando aplicação de diferentes técnicas de captura para a identificação dos elementos ocultos presentes nas alvenarias, como peças estruturais e instalações complementares.

9.2. Discussão dos resultados decorrentes das análises do Projeto de Reforma do HEMOSC quanto ao atendimento à programação físico funcional, exigida pela RDC 50/2002

A partir dos arquivos CAD do Projeto de Reforma proposto, referenciou-se a setorização dos ambientes e, suas respectivas áreas, com o objetivo de analisar o seu atendimento aos quesitos obrigatórios, quanto à programação fisico funcional, estabelecida pela RDC 50/2002.

Os resultados revelaram que o Projeto de Reforma proposto respondeu afirmativamente a 96% dos quesitos obrigatórios analisados da RDC 50/2002, aplicáveis ao uso específico do HEMOSC. O acréscimo de área proposto pelo projeto proporcionou melhorias beneficiando, especialmente, as categorias de uso destinadas ao atendimento à população (Sangue, Usuário e Público) além das categorias (Laboratórios e Apoio), relacionadas às atividades de processamento das bolsas de sangue.

Observou-se que, as soluções arquitetônicas propostas refletiram a preocupação da entidade no cumprimento do atendimento à meta prevista para a Hemorrede do estado de Santa Catarina, até o ano de 2050.

9.3. Discussão dos resultados decorrentes das análises da compatibilização de projeto

Os resultados da compatibilização preliminar, comprovaram que o cenário virtual possibilitado pelo BIM/VDC, antecipou conflitos entre o Ambiente Construído e o Projeto de Reforma proposto, demonstrando uma das mais importantes contribuições da metodologia para o Ambiente Construído, uma vez que possibilita a integração multidisciplinar, já nas fases iniciais de projeto.

As incompatibilidades geométricas identificadas, previamente, auxiliadas pela modelagem do Ambiente Construído (Modelo *As-is*, infraestrutura exitente, topografia do terreno e vegetação), envolveram: conflito entre o cilindro de Nitrogênio existente e o Bloco 2; conflito entre a cisterna existente e as ampliações propostas para o 1º e 2º pavimentos; conflito geométrico entre o 2º pavimento da edificação existente e o Bloco 2. O cenário virtual ainda identificou a multidisciplinidade demandada, a ser abordada na etapa futura de inspeção técnica.

No processo de compatibilização SMC as inconsistências detectadas foram corrigidas, embasadas nos dados coletados pela inspeção técnica, promovendo assim, o controle qualitativo das informações que reforça a importância da atividade. Além de confirmar a eficácia da termografia como técnica complementar de captura no levantamento de informações estruturais.

Os conflitos geométricos identificados no processo automatizado de grau baixo, revelaram a necessidade de intervenção corretiva no modelo arquitetônico. As ocorrências de grau moderado não representaram interferências significativas, porém seriam relevantes para o desenvolvimento de projeto preliminar da disciplina de fundações. No entanto, as ocorrências de grau crítico indicaram conflitos relevantes que comprometeriam as atividades iniciais, previstas no Marco 1 (Início das Obras do Estacionamento), além de uma das seis premissas fundamentadoras do Plano Diretor (Circulação Vertical/Elevadores), evidenciando-se a necessidade de revisão da solução arquitetônica proposta e, consequentemente, retrocesso do fluxo de trabalho.

Neste contexto, reforçam a contribuição do BIM/VDC na antecipação de problemas e na proposição de soluções, visando a qualidade do projeto final.

9.4. **Discussão sobre a contribuição do BIM ao Ambiente Construído**

Reforçando a afirmação de Melhado *et al.* (2005), as análises críticas dos itens anteriores consistiram na avaliação documentada quanto à pertinência, adequação e eficácia das soluções de projeto, identificando problemas que visem atender à qualidade do projeto.

As tecnologias possibilitadas pela indústria 4.0 permearam a aplicação de diferentes técnicas de captura da realidade e do BIM/VDC, utilizando-se equipamentos e *softwares*. Inicialmente, a modelagem arquitetônica auxiliada pela técnica 3D *laser scanning* (estágio BIM 1) da sede do HEMOSC atualizou o estado da arte do Ambiente Construído contribuindo para a gestão do patrimônio. Sequencialmente, a modelagem do seu entorno (topografia, infra estrutura e vegetação), formatou o cenário virtual facilitando a visualização de possíveis consequências que o Projeto de Reforma poderia causar à fase operacional da edificação. Além disso, antecipou incompatibilidades e delineou os escopos de modelagem do Projeto de Reforma proposto e, do levantamento de informações estruturais (Inspeção técnica das instalações existentes). Posteriormente, iniciou-se o estágio BIM 2 de compatibilização de projeto, abordando a validação dos modelos gerados e a checagem de conflitos, utilizando-se a base de dados, desenvolvida pela inspeção técnica (Figura 99), promovendo a engenharia reversa da edificação existente, auxiliada pela técnica termográfica.

Analisando o fluxo de trabalho desenvolvido no presente estudo e, o fluxo de trabalho BIM mais adequado para o HEMOSC, evidencia-se o Projeto de Reforma arquitetônico na etapa anterior à atividade de Inspeção Técnica. Na Figura 100 ilustra-se o fluxo de trabalho BIM mais adequado para o HEMOSC, onde as atividades ligadas ao desenvolvimento do Projeto de Reforma seriam realizadas após as atividades de captura da realidade e inspeção técnica do Ambiente Construído, com o objetivo de abordar a aprovação do Partido Arquitetônico. E, não como de fato ocorreu, conforme ilustrado na linha do tempo da edificação (Figura 2).

Os resultados atingidos nesse estudo, demonstraram a necessidade de desenvolvimento de Projetos de Reforma complementares de fundações, estruturas e instalações, compatíveis com o Projeto de Reforma arquitetônico proposto, além de estudos específicos de estruturas e fundações, da edificação existente, envolvendo; demolição de peça estrutural (viga setor 13) e desaterro (sob o 2º pavimento da sede), demandados pela solução arquitetônica proposta. Neste contexto, os resultados indicam o retrocesso do fluxo de trabalho.

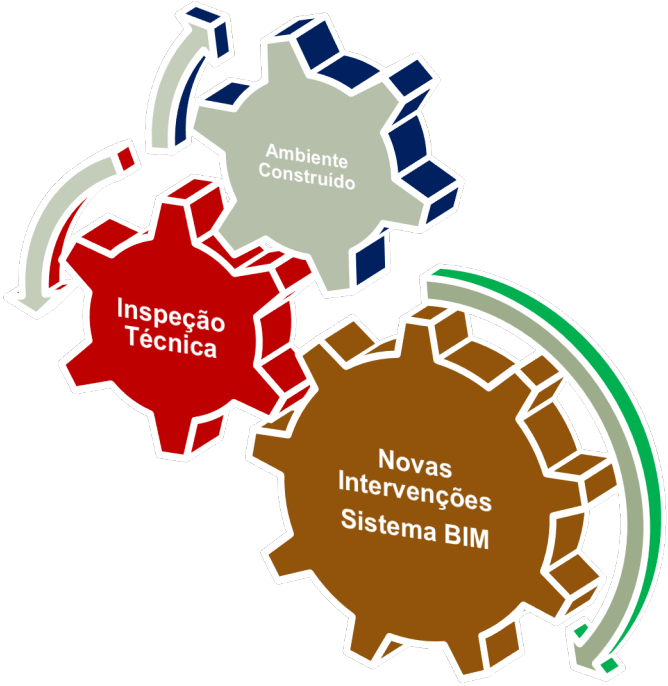
9.5. **Análises críticas das tecnologias aplicadas**

O equipamento *laser scanner* possibilitou o registro dos sistemas intrínsecos e extrínsecos da edificação existente com alta velocidade de captura, precisão e ausência de retrabalho, promovendo a salvaguarda virtual do estado da arte. Além disso, habilitou o Ambiente Construído para os processos de modelagem do Projeto de Reforma proposto e compatibilização automatizada, por meio de consistente massa de dados.

Os registros termográficos possibilitados pela máquina termográfica digital permitiram, eficazmente, a identificação do sistema construtivo no processo reverso da edificação existente, além de auxiliar nos parâmetros de modelagem do Projeto de Reforma. No entanto, cita-se como restrição da técnica termográfica a necessidade de contraste térmico entre o plano de fundo e o alvo que, em função da climatização constante nas instalações do Hemocentro, inivabilizaram o registro de instalações complementares. Para atender esta demanda, seriam necessárias aplicações de outras técnicas complementares, durante a etapa de levantamento das informações técnicas, demonstrando a diversidade que o Ambiente Construído está exposto.

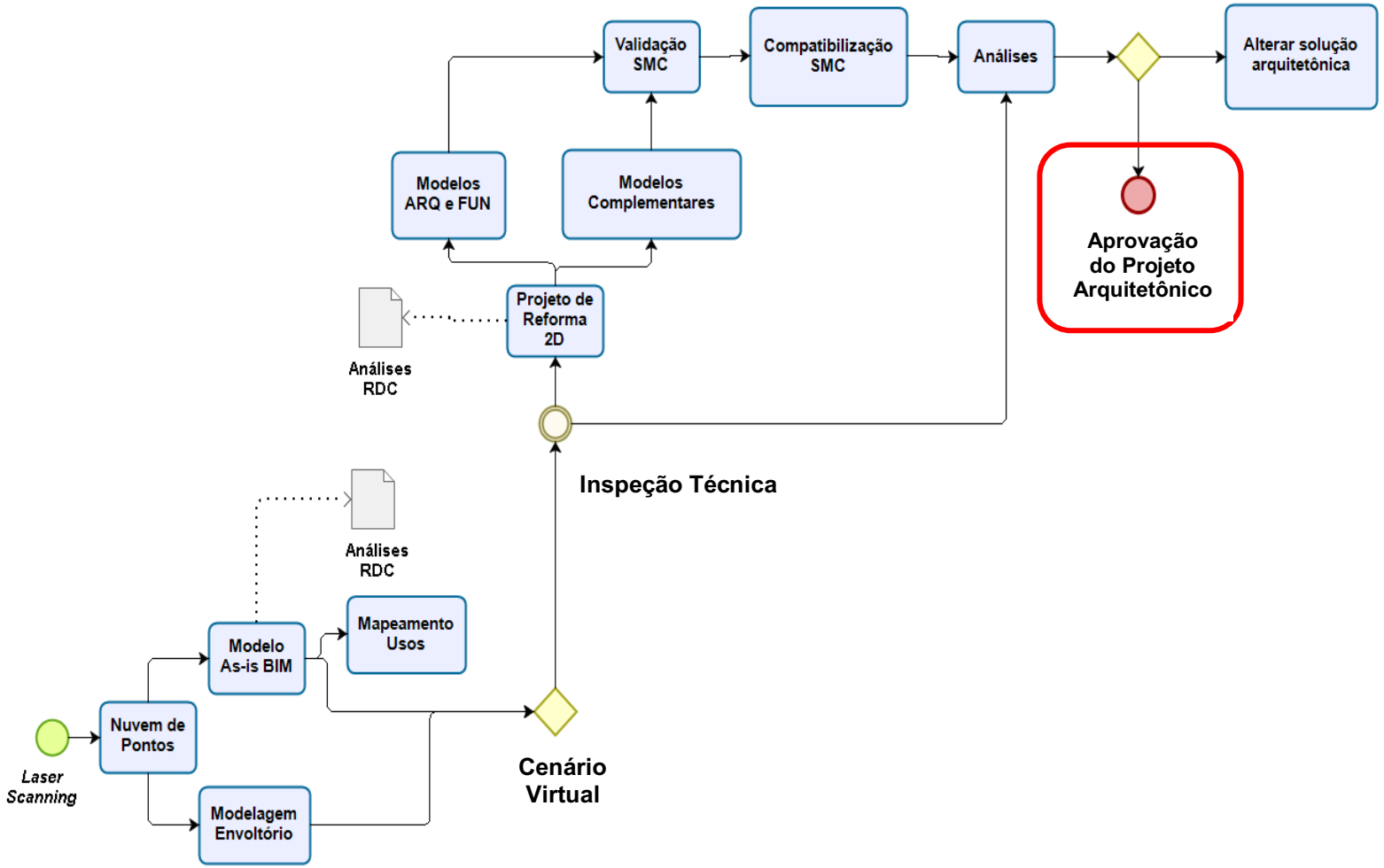
Neste sentido, a inspeção técnica é uma atividade imprescindível que, além de concetar o Ambiente Construído ao sistema BIM, promove a base de dados fundamentadora das análises críticas das etapas seguintes do processo de projeto.

Figura 99 – Conectividade entre Ambiente Construído e o Sistema BIM



Fonte: Autora (2019)

Figura 100 – Fluxo de trabalho BIM mais adequado para o HEMOSC



Fonte: Autora (2019)

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão documental deficiente do Ambiente Construído gera dificuldades na fase operacional, do ciclo de vida das edificações. No Brasil, alguns órgãos governamentais promovem o registro, em seus acervos, das informações arquitetônicas garantindo a salvaguarda do patrimônio, porém, o mesmo não ocorre com as informações estruturais e demais complementares.

Uma vez que está exposto à dinâmica urbana, o Ambiente Construído necessita de reformas e adaptações de diversas naturezas. Ainda que nenhuma modificação ocorra em relação ao uso do espaço, o decorrer do tempo implica no desgaste de materiais aplicados e no surgimento de manifestações patológicas, demandando intervenções de natureza corretiva e de manutenção, requerendo assim, uma gestão eficiente de seus projetos. A falta desta gestão documental implica em esforços da engenharia reversa na recuperação de informações relevantes para as novas intervenções.

Neste estudo, o modelo *As-is* BIM contribuiu para a gestão de patrimônio do HEMOSC embasando as análises físico funcionais do espaço, na compatibilização inicial de projeto, na elaboração do escopo de trabalho da inspeção técnica, na modelagem do Projeto de Reforma proposto e no processo de compatibilização multidisciplinar de projeto. Inicialmente, a captura da realidade da sede atual do HEMOSC, por meio da técnica 3D *laser scanning*, fundamentou a análise físico funcional quanto ao atendimento à RDC 50/2002, revelando que a entidade realizou adequações intrínsecas ao longo do tempo, permeando as atribuições como Hemocentro regional de Florianópolis. Contudo, em consonância com sua função de Hemocentro coordenador, as instalações atuais não absorveriam a demanda estabelecida na meta de crescimento para a Hemorrede do estado de Santa Catarina, projetada para o ano de 2050. Concluindo-se assim, a pertinência do Projeto de Reforma proposto, com ampliação de área.

Sequencialmente, as mesmas análises aplicadas ao Projeto de Reforma proposto demonstraram a preocupação da entidade com o cumprimento da meta prevista, como Hemocentro coordenador. Além disto, permearam soluções no atendimento à

legislação contemplando todas as categorias de uso do Hemocentro regional e, promovendo melhorias conceituais na estrutura do HEMOSC, especialmente, nos fluxos internos e na circulação vertical da edificação.

É importante ressaltar que o processo de compatibilização, aplicado ao Ambiente Construído, demanda maior esforço da equipe de coordenação de projetos em função da abordagem de duas matrizes de projetos: a matriz *As-is* (resultado da modelagem a partir dos dados sistêmicos da edificação existente e a matriz proposta (resultado da modelagem das intervenções propostas). Somente depois de esgotadas as possíveis inconsistências de cada matriz disciplinar, as duas matrizes estarão aptas para compatibilizar entre si e desta forma, os *softwares* BIM podem auxiliar os processos com agilidade, precisão e alta performance.

As contribuições relacionadas à compatibilização preliminar de projeto BIM anteciparam, precocemente, incompatibilidades multidisciplinares relevantes que seriam constatadas, sem a utilização da metodologia, somente nas etapas futuras de desenvolvimento dos projetos complementares. Percebendo-se assim, que os processos de trabalho BIM/VDC potencializam os processos de gestão, incorporando maior nível de qualidade às informações e tornando os processos de tomada de decisão mais precisos.

Vale destacar que os problemas do Projeto de Reforma apresentados nesse estudo, não teriam sido evitados aplicando-se somente as tecnologias apresentadas mas, pelos processos de trabalho de engenharia integrados, ao processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico. Nesta direção, ressalta-se que a tecnologia por si só, não é capaz de garantir a solução de problemas e que, a arquitetura não pode ser desenvolvida sem a participação da engenharia. Idealmente, os projetos de reforma das disciplinas complementares deveriam ter sido desenvolvidos, simultaneamente, ao projeto de reforma arquitetônico para que pudessem ser compatibilizados no SMC.

No entanto, ainda que a integração multidisciplinar tivesse ocorrido sem a aplicação da tecnologia apresentada nesse estudo, os problemas poderiam ser resolvidos porém, demandariam mais tempo para serem evidenciados e não haveria uma base

de dados, com a mesma consistência, para auxiliar, precisamente, as intervenções futuras evitando-se assim, o retrabalho.

A pesquisa demonstra que a competência das equipes envolvidas na interpretação e processamento das informações coletadas no processo reverso, além das ferramentas disponibilizadas pela tecnologia da indústria 4.0, quando aliadas, permitem fluxos de trabalho multidisciplinares integrados, capazes de antecipar problemas minimizando possíveis prejuízos e maximizando a eficácia das soluções.

Outra discussão importante para o Ambiente Construído está relacionada ao alinhamento da fase construtiva do Projeto de Reforma à sua fase operacional ativa, de forma a mitigar danos ao espaço em uso. A viabilidade da aplicação de ferramentas de simulação de projetos, na fase de contratação do Partido Arquitetônico, agrega um valor diferenciado às propostas, uma vez que a qualidade das informações explicitadas pelo cenário virtual elevam o grau de precisão dos processos de tomadas de decisões.

Neste caso, o BIM/VDC pode auxiliar como simulador (protótipo) das ações decorrentes das fases futuras, antecipando possíveis dificuldades, permeando melhores soluções, fundamentando comparações e desta forma, tomando decisões mais assertivas, como ocorre com os *twins* digitais. Outras contribuições da metodologia BIM podem ser citadas como as relacionadas à gestão de acervo e à conservação do patrimônio histórico, *Historic* BIM (HBIM), além daquelas relacionadas às atividades de controle e monitoramento de segurança, como o das manifestações patológicas no patrimônio público e privado além, daquelas que envolvem a problemática do planejamento urbano.

Contudo, uma dificuldade que envolve as aplicações da metodologia BIM está relacionada à gestão dos modelos desenvolvidos em versões atuais dos *softwares*, BIM ao longo do tempo. Os estudos desta temática ainda são incipientes e demandam estratégias para que o resgate à informação, a qualquer tempo, seja garantido durante todo o ciclo de vida da edificação.

O estudo demonstrou que as tecnologias representadas pelas técnicas 3D *laser scanning* e termográfica, além de *softwares* BIM são soluções ferramentais, potenciais, para o segmento AECO. No entanto, necessitam dos processos de trabalho multidisciplinares alinhados ao uso final pretendido, podendo-se concluir que, ainda que a indústria da construção civil possa ser beneficiada pelas novas tecnologias da indústria 4.0, são as pessoas e os seus processos de trabalho que fazem a diferença na gestão eficiente, tanto do Ambiente Construído quanto dos novos projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIL, B.; TANG, P.; AKINCI B.; HUBER, D. ***Assessment of Quality of As-is Building Information Models Generated from Point Clouds Using Deviation Analysis***. In: IS&T / SPIE - ELECTRONIC IMAGING SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2., 2011, San Jose. **Proceedings...** San Jose: SPIE, 2011. Disponível em: www.ri.cmu.edu/pub_files/2011/1/2011-anil-spie-qa-final.pdf Acesso em: 27 fev. 2019.

ANIL, B.; AKINCI B.; HUBER, D. ***Representation requirements of as-is building information models generated from laser scanned point cloud data***. In: ISARC2011 - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 28., 2011, Seul. **Proceedings...** Seul: ISARC, 2011. Disponível em: http://www.iaarc.org/publications/fulltext/S10-3.pdf Acesso em: 2 fev. 2019.

THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. ***Level of Development (LOD)*** Specification Part I & Commentary: For Building Information Models and Data. Whashington, Dc: AIA, 2018. 253 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.645-2/2005: Elaboração do "c o m o c o n s t r u í d o" (as built) para edificações Parte 2: Levantamento planimétrico para registro público, para retificação de imóvel urbano – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.280/2015: Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.636-2/2017: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico.** Rio de Janeiro, 2017.

BARBOSA, P. **Uma contribuição à análise de medidas de construtibilidade em obras de edificações prediais residenciais em alvenaria estrutural**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2013.

BESL, Paul J.; MCKAY, Neil D. ***Method for registration of 3-D Shapes***. Robotics'91, Boston - EUA. 1992.

BIM Dictionary. 2019. **Detecção de Interferências**, version 1. https://bimdictionary.com/pt/clash-detection/1. last accessed January 26, 2020.

BIMForum, ***Level of Development specification*** - for building information models, http://bimforum.org/wp-content/uploads/2017/08/2017-LOD-Specification.pdf: BIMForum 2017.

BIM Project Execution Planning Guide. 2010. *Pennsylvania University* EUA, p. 9 disponível em https://lp.constantcontactpages.com/su/OvqRZ37/bimguide Acesso em 2 jun. 2020.

BORGES, M. **O uso de modeladores tridimensionais paramétricos na formação de competências de representação gráfica e raciocínio espacial no processo de projeto**. Getão e Tecnologia de Projetos. 2016 Jan-Jun USP

BuildingSMART. Disponível em https://www.buildingsmart.org/about/openbim/> Acesso em: 2 jun. 2020.

BRASIL. Decreto n. 9.377, de 17 de maio de 2018. **Estratégia de Disseminação do *Building Information Modelling***. Diário Oficial da União, Brasília, Edição 95, Seção 1, p. 3, mai. 2018. Atos do Poder Executivo. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm> Acesso em: 5 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde Anvisa Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em http://www.portal.anvisa.gov.br. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC 50 de 21/02/2002**. Acesso em: 4 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Divisão Nacional de Sangue. **Plano Nacional de Sangue e Hemoderivados 1988/1991**: PLANASHE.

BRASIL. Ministério da Saúde**. Lei n. 8080 de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Disponível em http:// www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm>Acesso em: 2 jun. 2020.

BRETAS, E. **O processo de projetos de edificações em instituições públicas: proposta de um modelo simplificado de coordenação.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da UFMG. 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Fundamentos BIM – Volume 1**: Coletânea Implantação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Brasília. 2016.

CORTIZO, E. **Avaliacão da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações ênfase em edificações do patrimônio histórico**. Tese (doutorado) Escola de Engenharia Mecânica da UFMG. 2007.

COSTEIRA, E. **Arquitetura hospitalar: história, evolução e novas visões** DOI: https://doi.org/10.12957/sustinere.2014.14127. 2014

CORBIOLI, N. **Hospital é uma Obra Aberta**. Arquitetura Hospitalar, v. 248, out. 2000.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, V. **Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124. dez. 2015.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** ed. Bookman, 2014. (483p.)

FABRICIO, M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FAHECE Fundação de apoio ao HEMOSC/CEPON. Disponível em <www.fahece.org.br> Acesso em: 27 fev. 2019.

FISCHER, M.; KUNZ, J. CIFE WORKING PAPER #097**: *Virtual Design and Construction – Themes, Case studies and Implementation sugestions***. version 10. STANFORD UNIVERSITY- EUA. out. 2009.

FLIR https://www.flir.com.br/products/e53/>Acesso em 2 jun. 2019.

GIACOMIN, I.; GONÇALVES, F. **Da captura da Realidade a Gestão: soluções em laser scanner**. Segundo Seminário Regional Sul de BIM, Florianópolis, SC. 2017. Disponível em <www.spg.sc.gov.br> Acesso em: 31 jan. 2018.

GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Edição - São Paulo: Atlas. 2008. (57-58 p.).

GUTIERREZ, M. **Projeto de ampliação e humanização do Hemocentro coordenador de Santa Catarina em Florianópolis HEMOSC** Trabalho de conclusão do curso de Arquitetura e Urbanismo. (88 p.). UFSC. 2016.

GRAZIANO, F. **Compatibilização de Projetos**. Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT (Mestrado Profissionalizante). São Paulo. 2003.

GROETELAARS, N.; AMORIM, A. **Um panorama sobre o uso de nuvem de pontos para criação de modelos BIM**. 2o Seminário Nacional de documentação do Patrimônio Arquitetônico com uso de tecnologias digitais. Belém, PA. 2012.

GROETELAARS, N**. Criação de modelos BIM a partir de nuvens de pontos: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica** Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. 2015.

GÓES, R. **Manual Prático de Arquitetura Hospitalar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 208 p.

GSA *United States General Services Administration.* https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling >Acesso em: 2 jun. 2020.

HEMOSC Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina Disponível em: http://www.hemosc.org.br/instituicao.html. >Acesso em 2 jun. 2020.

HOLST, G. **Common Sense Approach to Thermal Imaging.** Florida/EUA ed. JCD Publishing. and SPIE Optical Engineering Press. 2000. (342 p.).

IBGE (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em <www.ibge.gov.br> Acesso em 27 fev. 2019.

INCROPERA P.; DeWITT, P. ***Fundamentals of heat and mass transfer***, 5th ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

JUNG, J.; HONG, S.; JEONG, S.; KIM, S.; CHO, H.; HONG, S.; HEO, J. ***Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures.*** p. 68-77 https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.021. 2014.

KAM, C., FISCHER, M. ***Capitalizing on early project decision- making opportunities to improve facility design, construction, and life-cycle*** **performance** - POP, PM4D, and decision dashboard approaches. Automation in Construction, 13(1), 53-65. doi:10.1016/j.autcon.2003.08.004. 2004.

KARMAN, J. **Manutenção e Segurança Hospitalar Preditivas**. IPH. São Paulo, 2011.

KERSUL, G. **Uso da termografia para inspeções e manutenção predial**. (65 p.). Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil do UniCEUB. 2014.

LEE, N; HOLLAR, D. ***Probing BIM Education in Construction Engineering and Management Programs Using Industry Perceptions***. In: 49th ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 2013, San Luis Obispo. Proceedings... San Luis Obispo: ASC/Cal Poly. Disponível em: <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CEUE44002013.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2018.

LIMEIRA, F. **Arquitetura E Integralidade Em Saúde: uma análise do sistema normativo para projetos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.** Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2006.

LUKKA, K. ***The Constructive Research Approach*** In Ojala, L. & Hilmola, O.-P. (eds.) Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B1: 2003, p.83-101.

MALDAGUE, X. ***Infrared and Thermal testing: Nondestructive testing handbook***. 3th ed, Columbus, OH: Patrick O. Moore, 2001.

MANZIONE, L**. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. 2013.** 324 f. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, S. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O nome da Rosa, 2005. 115 p.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. ***The National BIM Standard-United States***. 2015. Disponível em: <www.nationalbimstandard.org>. Acesso em: 10 ago. 2018.

NAVEIRO, R. **Projeto do Produto** Editora Elsevier. Rio de Janeiro/RJ. 2006. 375 p.

NOVAES C; SILVA, M. **Coordenação de Projetos de Edificações**. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos, vol.3, n. 1, 2008.

OLIVEIRA, M. **Documentação como Ferramenta de Preservação da Memória: Cadastro, Fotografia, Fotogrametria e Arqueologia**. Brasília: IPHAN / Programa Monumenta, 2008. 144 p.

OLIVEIRA, F. **Modelagem de terreno utilizando sistemas fotogramétricos** Tese de doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas – Florianópolis. 2008.

OLIVEIRA, R.; LIMA, G.; CAIADO, R. **Análise crítica do grau de severidade dos fatores de riscos na perspectiva do gerenciamento de projetos.** Relatórios de pesquisa em engenharia de produção. v.15, n. A6, p. 58-67. 2015.

RODRÍGUEZ, A.; HEINECK, M. **Coordenação de Projetos: Uma Experiência de 10 anos dentro de Empresas Construtoras de Médio Porte.** Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2°, Fortaleza, CE. 2001. 12p.

RUSCHEL, R.; GASPAR, J. **A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo** SIGraDi 2017, XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital 22 - 24 Noviembre, 2017 - Concepción, Chile.

RUSCHEL, R.; VALENTE, C.; CACERE, E.; QUEIROZ, S. **O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil.** REEC Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 7, n. 3, p. 36-54, 2013. Disponível em:< http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/reec/article/view/27487> Acesso em: 2 jun. 2020.

RUSINKIEWICZ, S.; LEVOY, M. ***Efficient variants of the ICP algorithm***. Third Internacional Conference on 3D Digital imaging and modeling (3DIM 2001). Quebec/ Quebec - Canada. 2001. p. 145-152.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B.; OWEN, R. ***Interaction of lean and building information modeling in construction***. Journal of Construction Engineering and Management, 136(9), 968-980. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203, 2010.

SANTOS, A.; POZ, W.; RODRIGUES, D.; IZIDORO, R. **A importância do A*s-built* ("como construído") em projetos de controle dimensional voltados para topografia industrial. IV** IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife. 2012.

SANTOS, E.; NASCIMENTO, L. **A indústria da construção na era da informação**. 2003. Ambiente Construído Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81. ISSN 1415-8876. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

SCHEER, S.; FLOR E.; ARNDT, M. **Análise estrutural das etapas construtivas de um edifício associada ao modelo BIM 4D.** DOI: 10.20906/CPS/CILAMCE2015-0148. Conference: XXXVI Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering. 2015.

SEBASTIAN, M.; STEELE J.; SIMON A.; SPENCE R. ***Development and verification of a generic framework for conceptual design***. https://doi.org/10.1016/S0142-694X(00)00025-9. Elsevier vol. 2 (p. 169-191). 2001.

SILVA, E; ARANTES, E. **Proposta de verificação automática dos requisitos de projetos pelo uso de ferramentas de análises BIM Aplicadas a norma de desempenho.** ENTAC. 2016.

SILVA, F. **Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM *Solibri Model Checker*.** 157f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, UFMG. 2018.

SUCCAR, B. ***Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders***. Automation in Construction 18 p. 357-375, 2009.

SOLIBRI MODEL CHECKER. Banco de dados. Disponível em:<http://www.solibri.com/solibri-model-checker.html>Acesso em: 2 jun. 2020.

TAKAGAKI, C.; OLIVEIRA, L.; CORRÊA, F. **Regras de verificação de modelos BIM para projetos de sistemas prediais de esgoto sanitário**. ANAIS, São Paulo: XVI encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. 2016.

TRIMBLE https:// geospatial.trimble.com/products-and-solutions/tx8 e https:// www.trimble.com/3d-laser-scanning/tx8. Acesso em 27 fev. 2019.

WANG, L.; LEITE, F. ***Formalized knowledge representation for spatial conflict coordination of mechanical, electrical and plumbing (MEP) systems in new building projects*.** Automation in Construction v. 64, p 20-26. 2016.

VASCONCELOS, A. **Análise de um projeto industrial de mineração com foco na validação para compatibilização dos modelos BIM**. Dissertação apresentada a Escola de Engenharia da UFMG para obtenção do título de Mestre em Construção Civil. 2019.

VERATTI, A. **Termografia: Princípios, Aplicações e Qualidade**. SP: ICON Tecnologia, 1992.

APÊNDICE A – Mapeamento de Usos do espaço do HEMOSC

Tabela A.1 – Uso Administrativo (Área total = 299m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
Administração Ambulatório	16,95	96
Administração	6,44	62
Avaliação de Enfermagem	2,76	99
Cemark	30,11	27
Controle de Qualidade	6,56	100
Controle de Qualidade	14,82	102
Controle de Qualidade	16,26	101
Direção	12,37	113
DML	3,68	81
DMS	21,57	109
Gerência Administrativa	10,89	110
Gerência Técnica	11,29	112
Marketing	9,92	118
Protocolo	21,95	108
Recursos Humanos	67,89	128
Sala CFTV	3,29	115
Sala de Reuniões	11,55	119
Sala de Reuniões	13,09	114
Secretaria de Direção	17,56	111

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.2 – Uso Sangue (Área total = 211m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
Aférese	33,99	55
Box Coleta	3,41	59
Coleta Amostras Sangue	35,53	84
Sala de Coleta de Sangue	66,39	54
Sala de Transfusão	34,99	95
Triagem 1	10,83	51
Triagem 2	10,86	52
Triagem 3	15,25	53

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.3 – Uso Apoio (Área total = 244m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
BWC	2,84	117
BWC	3,46	60
BWC	8,68	21
BWC	12,74	125
BWC Feminino	5,82	44
BWC Feminino	8,09	86
BWC Fem. Funcionários	15,87	83
BWC Funcionários	16,83	41
BWC Funcionários	12,07	98
BWC Masculino	6,00	42
BWC Masculino	8,32	85
BWC Masc. Funcionários	10,92	82
Copa Funcionários	19,73	49
Expurgo	2,61	43
Informática	18,95	40
Informática	22,42	39
Transporte	16,90	9
Vestiário Feminino	25,94	12
Vestiário Masculino	25,54	13

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.4 – Uso Público (Área total = 183m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
Auditório	91,27	129
Biblioteca	21,34	126
Farmácia	16,78	97
Recepção	6,84	14
Sala de Aula	7,40	26
Sala de Aula	29,46	63
Sala de Espera	9,53	15

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.5 – Uso Circulação (Área total = 719m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
Circulação	7,48	24
Circulação	26,34	16
Circulação	125,13	87
Corredor	4,54	116
Corredor	24,37	11
Corredor	30,33	123
Corredor	72,67	120
Corredor	125,21	47
Escada	7,87	x
Escada	7,87	x
Escada	9,88	x
Escada	15,74	x
Escada	15,74	x
Escada	15,74	x
Rampa	72,86	x
Rampa	77,87	x
Rampa	78,86	x

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.6 – Uso Usuário (Área total = 357m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
Cadastro	17,07	89
Captação de Doadores	41,82	56
Consultório 1	16,00	93
Consultório 2	15,99	92
Consultório 4	15,20	90
Consultório Odontológico	14,91	94
Consutório 3	14,87	91
Copa Doadores	29,10	48
Pré-Triagem	10,63	46
Reanimação	17,47	50
Recepção	6,78	58
Recepção doador	58,50	45
Recepção Paciente	2,63	124
Sala de Apoio ao Doador	14,32	17
Sala de Espera	22,97	57
Sala de Espera	58,39	88

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.7 – Uso Manutenção (Área total = 396m2)

Descrição	Área (m^2)	Setor
Abastecimento	24,08	121
Abrigo de Resíduos	24,04	1
Apoio Manutenção Predial	6,42	2
Área Técnica	45,55	107
Casa de Força	17,51	22
Cisternas	7,47	28
Compras	12,66	122
Depósito Patrimônio	9,43	5
Depósito Patrimônio	12,57	4
Depósito Patrimônio	12,91	6
Depósito Patrimônio	45,28	3
Depósito TI	3,27	7
Depósito TI	5,65	8
Gerador	6,99	20
Materiais	9,50	104
Materiais	15,93	105
Materiais	23,48	23
Materiais	26,41	19
Materiais	52,43	106
Sala Manutenção Predial	12,48	18
Zeladoria	22,03	25

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

Tabela A.8 – Uso Laboratório (Área total = 654m2)

Nome Zona	Área (m^2)	Setor
Biologia Molecular	10,17	38
Biossegurança	21,88	127
Criobiologia	30,53	80
Criobiologia	31,63	79
GEL	6,93	78
Hematologia	57,23	77
Imunogenética	5,20	71
Imunogenética	6,32	69
Imunogenética	9,07	68
Imunogenética	9,83	65
Imunogenética	10,61	70
Imunogenética	15,16	67
Imunogenética	21,13	66
Imunohematologia	6,68	31
Imunohematologia	7,12	34
Imunohematologia	15,57	32
Imunohematologia	35,37	33
Imunohematologia	47,85	103
Laboratório	31,09	64
Laboratório de Sorologia	25,80	37
Laboratório Sorologia	69,00	30
Marcadores Celulares	3,87	73
Marcadores Celulares	6,11	75
Marcadores Celulares	9,38	72
Marcadores Celulares	11,92	76
Marcadores Celulares	22,99	74
Processamento	37,53	35
Processamento	45,67	36
Sala Desocupada	6,01	61
Sorologia NAT	36,15	29

Fonte: LaBIM, 2017 (adaptado)

APÊNDICE B – Análise da sede atual do HEMOSC quanto ao atendimento às exigências da RDC 50/2002 obrigatórias

As exigências intituladas (apoio) são indicadas somente quando não referenciadas nas suas respectivas Unidades Funcionais, específicas. Nas tabelas B.1 a B.6 considerou-se SIM (para as exigências atendidas) e NÃO (para as exigências não atendidas).

Tabela B.1 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 1

ATENDIMENTO AMBULATORIAL		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Salas	Existência	Área Mín.
1 Sala de atendimento individualizado	SIM	SIM
2 Sala de demonstração e educação em saúde	SIM	SIM
3 Sala de imunização	NÃO	NÃO
4 Sala de utilidades (apoio)	NÃO	NÃO
Consultórios	Quantidade	Área Mín.
5 Consultório indiferenciado	SIM	SIM
6 Consultório de serviço social	SIM	SIM
7 Consultório diferenciado (odontológico)	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela B.2 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 4

APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Patologia Clínica	Quantidade	Área Mín.
8 Box para coleta de material	SIM	SIM
9 Sala para coleta de material	SIM	SIM
10 Sala para lavagem e secagem de vidrarias	NÃO	NÃO
11 Laboratório de hematologia	SIM	SIM
12 Laboratório de imunologia	SIM	SIM
13 Quarto de plantão (apoio)	NÃO	NÃO
Hemoterapia e Hematologia	Quantidade	Área Mín.
14 Sala para recepção e registro de dodores	SIM	SIM
15 Arquivo de doadores	SIM	SIM
16 Sala para triagem hematológica	SIM	SIM
17 Triagem clínica	SIM	SIM
18 Sala para coleta de sangue de doadores	SIM	SIM
19 Sala de aféreses	SIM	SIM
20 Sala para recuperação de doadores	SIM	SIM
21 Sala para processamento de sangue	SIM	SIM
22 Área para pré-estoque	SIM	SIM
23 Ärea para liberação e rotulagem	SIM	SIM
24 Sala para procedimentos especiais	SIM	SIM
25 Sala de distribuição / compatibilidade	SIM	SIM
26 Área estocagem de hemocomponentes	SIM	SIM
27 Sala de coleta material hematológico	SIM	SIM
28 Consultório indiferenciado	SIM	SIM
29 Sala de transfusão	SIM	SIM
30 Posto de enfermagem e serviços	NÃO	NÃO
31 Laboratório de sorologia (apoio)	SIM	SIM
32 Laboratório de imunofluorescência (apoio)	SIM	SIM
33 Laboratório de imunohematologia (apoio)	SIM	SIM
34 Sala de utilidades (apoio)	NÃO	NÃO
35 Sala p/ lavagem e secagem de vidrarias (apoio)	NÃO	NÃO

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela B.3 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 5

APOIO TÉCNICO		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Nutrição e Dietética	Quantidade	Área Mín.
36 Copa	SIM	SIM
37 Lanchonete para doadores	SIM	SIM
Farmácia		
38 Área para recepção e inspeção	SIM	SIM
39 Área de distribuição	NÃO	NÃO

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela B.4 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 6

ENSINO E PESQUISA		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
	Quantidade	Área Mín.
40 Sala de ensino	SIM	SIM
41 Sala de estudo	SIM	SIM
42 Biblioteca	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela B.5 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 7

APOIO ADMINISTRATIVO		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Serviços Adm/ Clinicos/ Enfermagem/ Tec.	Quantidade	Área Mín.
43 Sala de direção	SIM	SIM
44 Sala de reuniões	SIM	SIM
45 Sala administrativa	SIM	SIM
46 Área p serv adm, clinicos, enfermagem,técnico	SIM	SIM
47 Arquivo administrativo	SIM	SIM
48 Área p atendimento ao público	SIM	SIM
Documentação e Informação	Quantidade	Área Mín.
49 Área p registro de pacientes	SIM	SIM
50 Arquivo médico	NÃO	NÃO

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela B.6 – Análise da sede atual no atendimento às exigências da UF 8

APOIO LOGÍSTICO		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Central de Adm de Materiais e Equipamentos	Quantidade	Área Mín.
51 Área recepção, inspeção e registro	SIM	SIM
52 Depósito de equipamentos / materiais	SIM	SIM
53 Área de distribuição	SIM	SIM
54 Área para guarda macas, cadeira de rodas	SIM	NÃO
Manutenção	Quantidade	Área Mín.
55 Área recepção, inspeção de equip./ mobiliários	SIM	NÃO
56 Área guarda, distribuição de equip./ mobiliários	SIM	NÃO
Conforto e Higiene	Quantidade	Área Mín.
57 Recepção e espera paciente, doador, acomp.	SIM	NÃO
58 Box de vestiário para paciente	NÃO	NÃO
59 Sanitário exclusivo para paciente e doador	NÃO	NÃO
60 Guarda pertences paciente, doador, público	NÃO	NÃO
61 Sala de estar para funcionários	NÃO	NÃO
62 Quarto de plantão para funcionários	NÃO	NÃO
63 Vestiário central para funcionários	SIM	NÃO
64 Área para guarda de pertences de funcionários	SIM	NÃO
65 Sala de espera para público	SIM	NÃO
Limpeza e Zeladoria	Quantidade	Área Mín.
66 Depósito de Mateial de Limpeza	SIM	SIM
67 Sala de utilidades com pia de despejo	NÃO	NÃO
68 Sala de preparo de equipamentos / material	NÃO	NÃO
69 Abrigo de lixo	SIM	SIM
70 Sala armazenamento temporário de resíduos	SIM	SIM
Segurança e Vigilância	Quantidade	Área Mín.
71 Área para identificação de pessoas / veículos	SIM	SIM
Infraestrutura Predial	Quantidade	Área Mín.
72 Sala p/ eq. de geração e. elétrica alternativa	SIM	SIM
73 Estacionamento (2 ambulâncias)	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

APÊNDICE C – Análise do Projeto de Reforma quanto ao atendimento às exigências da RDC 50/2002 obrigatórias

As exigências intituladas (apoio) são indicadas somente quando não referenciadas nas suas respectivas Unidades Funcionais, específicas. Nas tabelas C.1 a C.6 considerou-se as simbologias de SIM (para as exigências atendidas) e NÃO (para as exigências não atendidas).

Tabela C.1 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 1

ATENDIMENTO AMBULATORIAL		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Salas	Quantidade	Área Mín.
1 Sala de atendimento individualizado	SIM	SIM
2 Sala de demonstração e educação em saúde	SIM	SIM
3 Sala de imunização	SIM	SIM
4 Sala de utilidades (apoio)	SIM	SIM
Consultórios	Quantidade	Área Mín.
5 Consultório indiferenciado	SIM	SIM
6 Consultório de serviço social	SIM	SIM
7 Consultório diferenciado (odontológico)	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela C.2 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 4

APOIO AO DIAGNÓSTICO E TERAPIA		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Patologia Clínica	Quantidade	Área Mín.
8 Box para coleta de material	SIM	SIM
9 Sala para coleta de material	SIM	SIM
10 Sala para lavagem e secagem de vidrarias	SIM	SIM
11 Laboratório de hematologia	SIM	SIM
12 Laboratório de imunologia	SIM	SIM
13 Quarto de plantão (apoio)	SIM	SIM
Hemoterapia e Hematologia	Quantidade	Área Mín.
14 Sala para recepção e registro de dodores	SIM	SIM
15 Arquivo de doadores	SIM	SIM
16 Sala para triagem hematológica	SIM	SIM
17 Triagem clínica	SIM	SIM
18 Sala para coleta de sangue de doadores	SIM	SIM
19 Sala de aféreses	SIM	SIM
20 Sala para recuperação de doadores	SIM	SIM
21 Sala para processamento de sangue	SIM	SIM
22 Área para pré-estoque	SIM	SIM
23 Ärea para liberação e rotulagem	SIM	SIM
24 Sala para procedimentos especiais	SIM	SIM
25 Sala de distribuição / compatibilidade	SIM	SIM
26 Área estocagem de hemocomponentes	SIM	SIM
27 Sala de coleta material hematológico	SIM	SIM
28 Consultório indiferenciado	SIM	SIM
29 Sala de transfusão	SIM	SIM
30 Posto de enfermagem e serviços	SIM	SIM
31 Laboratório de sorologia (apoio)	SIM	SIM
32 Laboratório de imunofluorescência (apoio)	SIM	SIM
33 Laboratório de imunohematologia (apoio)	SIM	SIM
34 Sala de utilidades (apoio)	SIM	SIM
35 Sala p/ lavagem e secagem de vidrarias (apoio)	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela C.3 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 5

APOIO TÉCNICO		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Nutrição e Dietética	Quantidade	Área Mín.
36 Copa	SIM	SIM
37 Lanchonete para doadores	SIM	SIM
Farmácia		
38 Área para recepção e inspeção	SIM	SIM
39 Área de distribuição	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela C.4 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 6

ENSINO E PESQUISA		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
	Quantidade	Área Mín.
40 Sala de ensino	SIM	SIM
41 Sala de estudo	SIM	SIM
42 Biblioteca	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

Tabela C.5 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 7

APOIO ADMINISTRATIVO		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Serviços Adm/ Clinicos/ Enfermagem/ Tec.	Quantidade	Área Mín.
43 Sala de direção	SIM	SIM
44 Sala de reuniões	SIM	SIM
45 Sala administrativa	SIM	SIM
46 Área p serv adm, clinicos, enfermagem,técnico	SIM	SIM
47 Arquivo administrativo	SIM	SIM
48 Área p atendimento ao público	SIM	SIM
Documentação e Informação	Quantidade	Área Mín.
49 Área p registro de pacientes	SIM	SIM
50 Arquivo médico	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

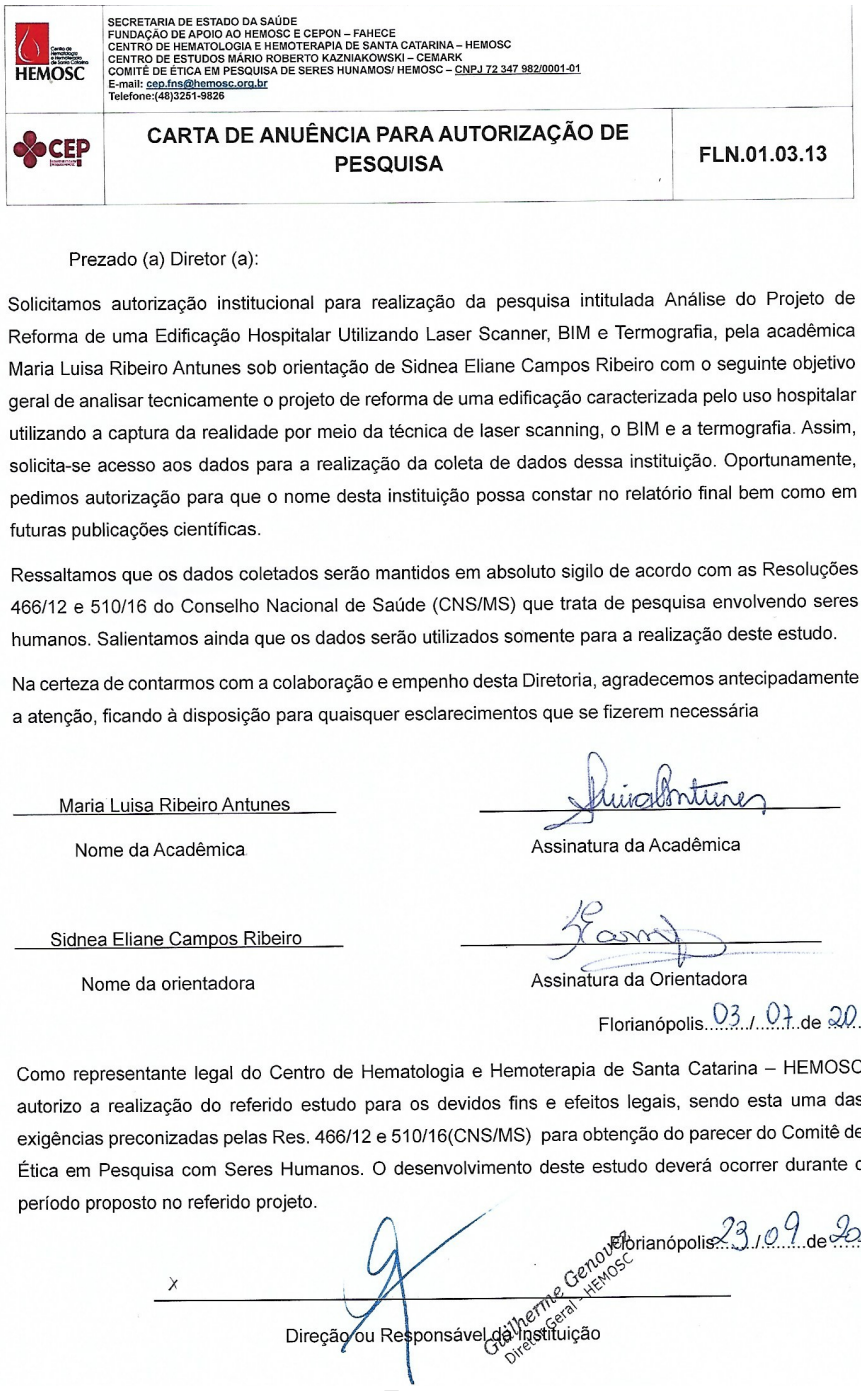
Tabela C.6 – Análise do Projeto Reforma no atendimento às exigências da UF 8

APOIO LOGÍSTICO		
UNIDADE / AMBIENTE	Análises	Normativas
Central de Adm de Materiais e Equipamentos	Quantidade	Área Mín.
51 Área recepção, inspeção e registro	SIM	SIM
52 Depósito de equipamentos / materiais	SIM	SIM
53 Área de distribuição	SIM	SIM
54 Área para guarda macas, cadeira de rodas	SIM	SIM
Manutenção	Quantidade	Área Mín.
55 Área recepção,inspeção de equip./ mobiliários	SIM	SIM
56 Área guarda, distribuição de equip./ mobiliários	SIM	SIM
Conforto e Higiene	Quantidade	Área Mín.
57 Recepção e espera paciente, doador, acomp.	SIM	SIM
58 Box de vestiário para paciente	NÃO	NÃO
59 Sanitário exclusivo para público (1º pav)	NÃO	NÃO
60 Guarda pertences paciente, doador, público	NÃO	NÃO
61 Sala de estar para funcionários	SIM	SIM
62 Quarto de plantão para funcionários	SIM	SIM
63 Vestiário central para funcionários	SIM	SIM
64 Guarda de pertences de funcionários	X	X
65 Sala de espera para público	X	X
Limpeza e Zeladoria	Quantidade	Área Mín.
66 Depósito de Mateial de Limpeza	SIM	SIM
67 Sala de utilidades com pia de despejo	SIM	SIM
68 Sala de preparo de equipamentos / material	SIM	SIM
69 Abrigo de lixo	SIM	SIM
70 Sala armazenamento temporário de resíduos	SIM	SIM
Segurança e Vigilância	Quantidade	Área Mín.
71 Área para identificação de pessoas / veículos	SIM	SIM
Infraestrutura Predial	Quantidade	Área Mín.
72 Sala p/ eq. geração de e. elétrica alternativa	SIM	SIM
73 Estacionamento (2 ambulâncias)	SIM	SIM

Fonte: RDC 50, 2002 (adaptado)

ANEXO A – Autorização de pesquisa

Figura A.1 – Carta de anuência para autorização da pesquisa



SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO DE APOIO AO HEMOSC E CEPON – FAHECE
CENTRO DE HEMATOLOGIA E HEMOTERAPIA DE SANTA CATARINA – HEMOSC
CENTRO DE ESTUDOS MÁRIO ROBERTO KAZNIAKOWSKI – CEMARK
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DE SERES HUNAMOS/ HEMOSC – CNPJ 72 347 982/0001-01
E-mail: cep.fns@hemosc.org.br
Telefone:(48)3251-9826

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA | **FLN.01.03.13**

Prezado (a) Diretor (a):

Solicitamos autorização institucional para realização da pesquisa intitulada Análise do Projeto de Reforma de uma Edificação Hospitalar Utilizando Laser Scanner, BIM e Termografia, pela acadêmica Maria Luisa Ribeiro Antunes sob orientação de Sidnea Eliane Campos Ribeiro com o seguinte objetivo geral de analisar tecnicamente o projeto de reforma de uma edificação caracterizada pelo uso hospitalar utilizando a captura da realidade por meio da técnica de laser scanning, o BIM e a termografia. Assim, solicita-se acesso aos dados para a realização da coleta de dados dessa instituição. Oportunamente, pedimos autorização para que o nome desta instituição possa constar no relatório final bem como em futuras publicações científicas.

Ressaltamos que os dados coletados serão mantidos em absoluto sigilo de acordo com as Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) que trata de pesquisa envolvendo seres humanos. Salientamos ainda que os dados serão utilizados somente para a realização deste estudo.

Na certeza de contarmos com a colaboração e empenho desta Diretoria, agradecemos antecipadamente a atenção, ficando à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessária

Maria Luisa Ribeiro Antunes
Nome da Acadêmica

Assinatura da Acadêmica

Sidnea Eliane Campos Ribeiro
Nome da orientadora

Assinatura da Orientadora

Florianópolis 03 / 07 de 2019

Como representante legal do Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina – HEMOSC autorizo a realização do referido estudo para os devidos fins e efeitos legais, sendo esta uma das exigências preconizadas pelas Res. 466/12 e 510/16(CNS/MS) para obtenção do parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. O desenvolvimento deste estudo deverá ocorrer durante o período proposto no referido projeto.

Florianópolis 23 / 09 de 2019

Guilherme Genovez
Diretor Geral - HEMOSC

Direção ou Responsável da Instituição

Fonte:

Fonte: HEMOSC (2019)

ANEXO B – Solicitação para realização do trabalho

Figura B.1 – Solicitação para realização de trabalho/pesquisa científica

HEMOCENTRO COORDENADOR – HEMOSC
CENTRO DE ESTUDOS MÁRIO ROBERTO KAZNIAKOWSKI – CEMARK
E-mail: cemark.fns@hemosc.org.br.
TELEFONE:(48) 3251-9752/32519826

SOLICITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE TRABALHO/PESQUISA CIENTÍFICA NO HEMOSC — **HMR.01.03.12**

IDENTIFICAÇÃO DO(S) PESQUISADOR(ES)

Nome (s): MARIA LUISA RIBEIRO ANTUNES

Telefones para contato: (31) 996981235 e-mail:antunesmarialuisa@gmail.com

Nome do Curso e Instituição de Ensino: MESTRADO EM CONSTRUÇÃO CIVIL / UFMG

Orientador: SIDNEA ELIANE CAMPOS RIBEIRO

Telefones para contato: (31) 986142097 e-mail:sidneaecr@gmail.com

TRABALHO

Título: ANÁLISE TÉCNICA DO PROJETO DE REFORMA DE UMA EDIFICAÇÃO HOSPITALAR UTILIZANDO O LASER SCANNER, BIM E TERMOGRÁFIA

Eu Maria Luisa Ribeiro Antunes comprometo-me com o sigilo dos dados, bem como assumo a responsabilidade pelos dados coletados e publicados. Comprometo-me com a entrega de uma cópia eletrônica em PDF dos resultados da pesquisa (TCC, monografia, artigo, dissertação, tese, ...) ao Cemark para ser disponibilizado no Site do Hemosc.
Estou ciente de que a coleta de dados somente poderá ocorrer após a aprovação da Comissão Científica do Hemosc e do Comitê de Ética em Pesquisa do Hemosc no caso da submissão do Projeto à Plataforma Brasil.

Assinatura do solicitante: Luisa Antunes Data: 03 / 07 / 2019

PARECER DA DIREÇÃO DO HEMOCENTRO REGIONAL DE:

(X) Autorizo ( ) Não autorizo

Assinatura e carimbo: X Data: ____/____/____.

PARECER DA GERÊNCIA ADMINISTRATIVA DO HEMOCENTRO COORDENADOR:
(nos casos em que estiver previsto custeio institucional)

1 - ( ) Como Gerente Administrativo do Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina – HEMOSC, **autorizo** o custeio institucional para a realização do estudo.

2 - (✓) Como Gerente Administrativo do Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina – HEMOSC, **não autorizo** o custeio institucional para a realização do estudo.

PARECER FINAL DA DIREÇÃO DO HEMOCENTRO COORDENADOR:

1 - (X) Como representante legal do Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina – HEMOSC, **autorizo** a realização do referido estudo para os devidos fins e efeitos legais.

2 - ( ) Como representante legal do Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina – HEMOSC, **não autorizo** a realização do referido estudo para os devidos fins e efeitos legais.

Assinatura e carimbo: X Data: 23/09/2019

Guilherme Genovez
Diretor Geral - HEMOSC

Fonte: HEMOSC (2019)

ANEXO C – Plantas do Projeto de Reforma do HEMOSC

Figura C.1 – Detalhe das Legendas



TABELA INSTALAÇÕES

COD.	ESPECIFICAÇÃO		
HF	ÁGUA FRIA	FAM	AR COMPRIMIDO MEDICINAL
HQ	ÁGUA QUENTE	FAI	AR COMPRIMIDO INDUSTRIAL
FV	VAPOR	AC	AR CONDICIONADO
FG	GÁS COMBUSTÍVEL	CD	COLETA E AFASTAMENTO DE EFLUENTES DIFERENCIADOS
FO	OXIGENIO	EE	ELÉTRICA DE EMERGENCIA
FN	OXIDO NITROSO	ED	ELÉTRICA DIFERENCIADA
FVC	VÁCUO CLÍNICO	E	EXAUSTÃO
FVL	VÁCUO DE LIMPEZA	ADE	A DEPENDER DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

TABELA BANCADAS

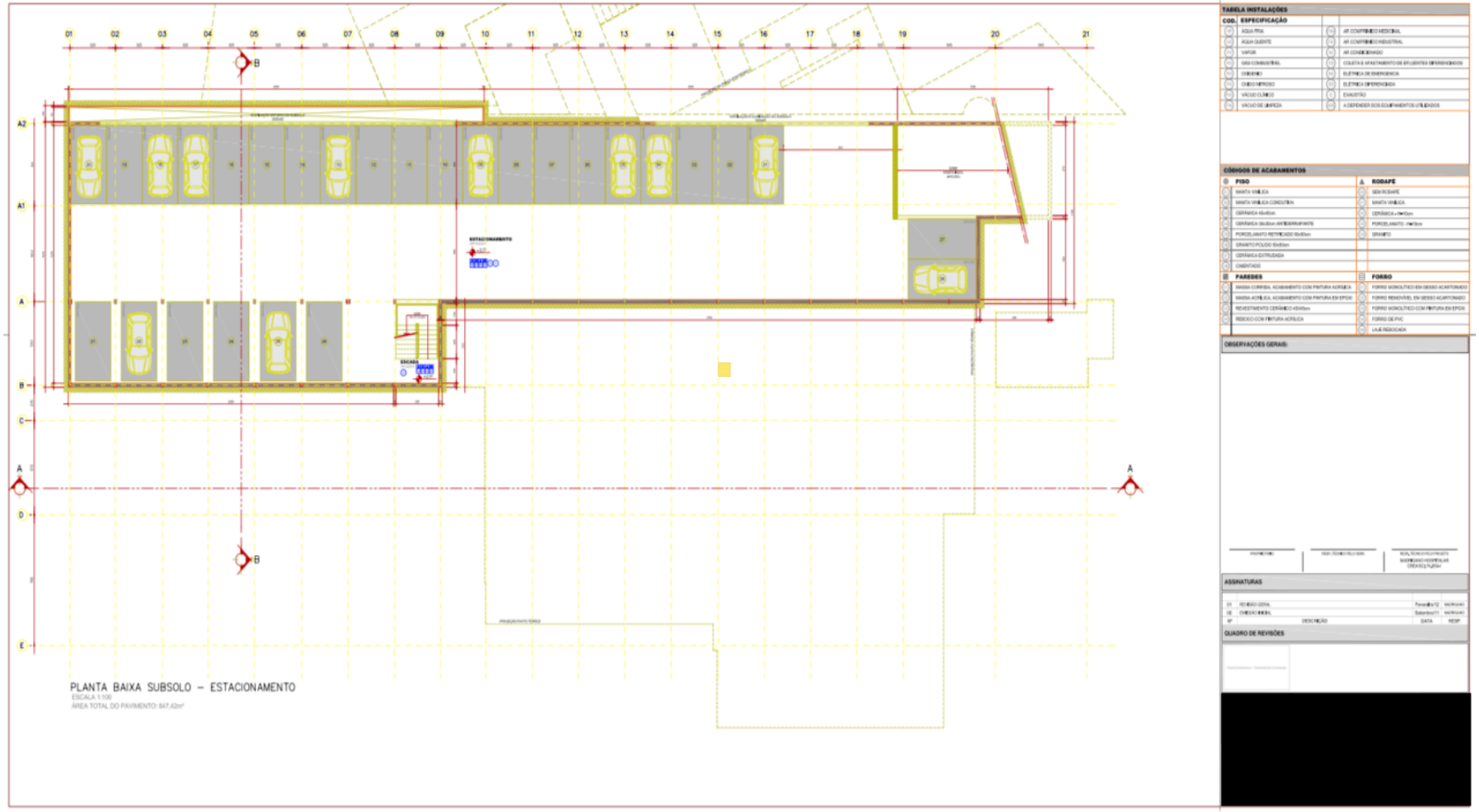
COD.	ESPECIFICAÇÃO
IN	AÇO INOX
FR	FÓRMICA
GR	GRANITO

CÓDIGOS DE ACABAMENTOS

	PISO		RODAPÉ
01	MANTA VINÍLICA	00	SEM RODAPÉ
02	MANTA VINÍLICA CONDUTIVA	01	MANTA VINÍLICA
03	CERÂMICA 45x45cm	02	CERÂMICA - H=10cm
04	CERÂMICA 30x30cm ANTIDERRAPANTE	03	PORCELANATO - H=10cm
05	PORCELANATO RETIFICADO 50x50cm	04	GRANITO
06	GRANITO POLIDO 50x50cm		
07	CERÂMICA EXTRUDADA		
08	CIMENTADO		
	PAREDES		**FORRO**
01	MASSA CORRIDA, ACABAMENTO COM PINTURA ACRÍLICA	01	FORRO MONOLÍTICO EM GESSO ACARTONADO
02	MASSA ACRÍLICA, ACABAMENTO COM PINTURA EM EPOXI	02	FORRO REMOVÍVEL EM GESSO ACARTONADO
03	REVESTIMENTO CERÂMICO 45X45cm	03	FORRO MONOLÍTICO COM PINTURA EM EPOXI
04	REBOCO COM PINTURA ACRÍLICA	04	FORRO DE PVC
		05	LAJE REBOCADA

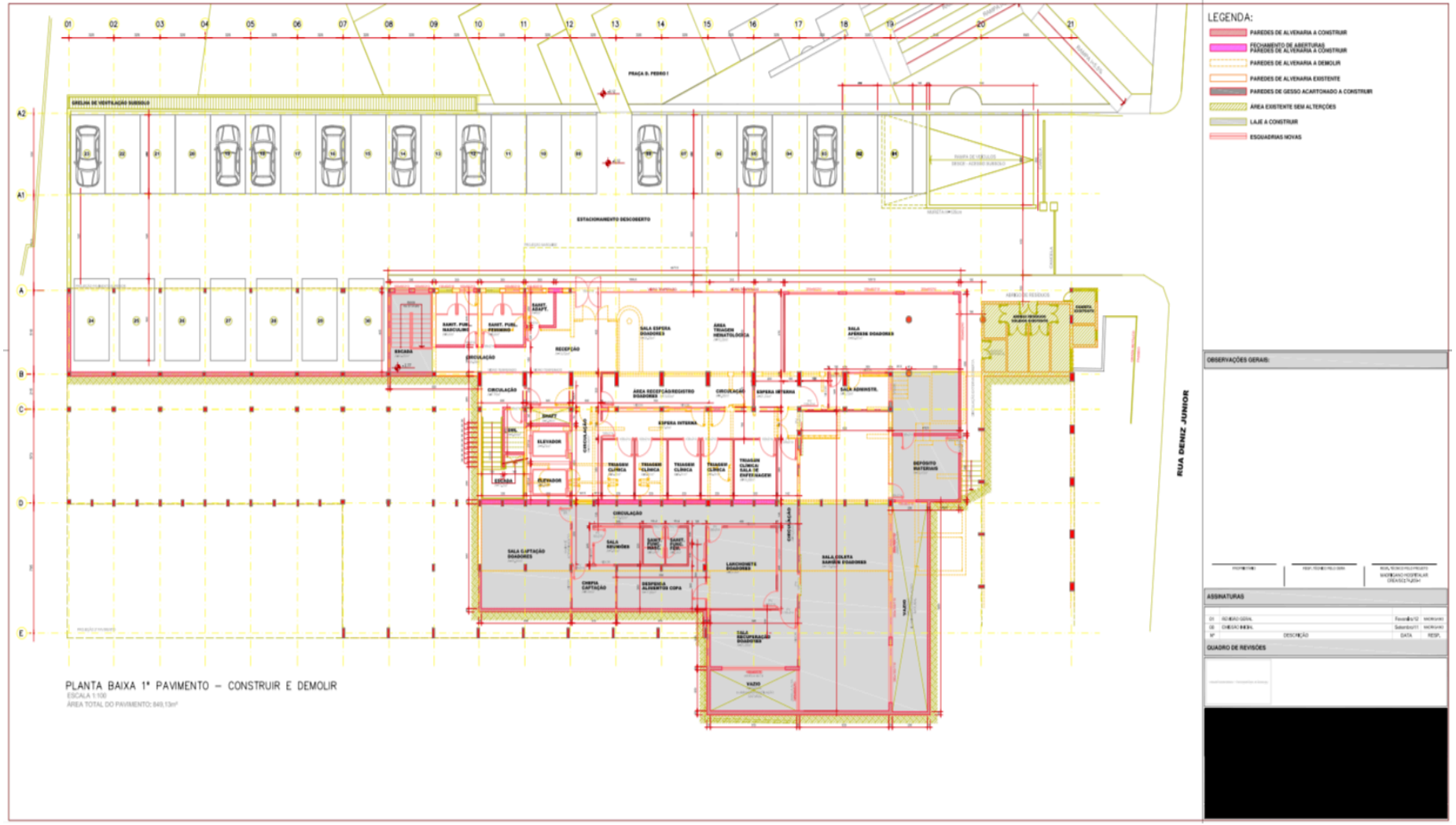
Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.2 – Planta Baixa Subsolo / Estacionamento



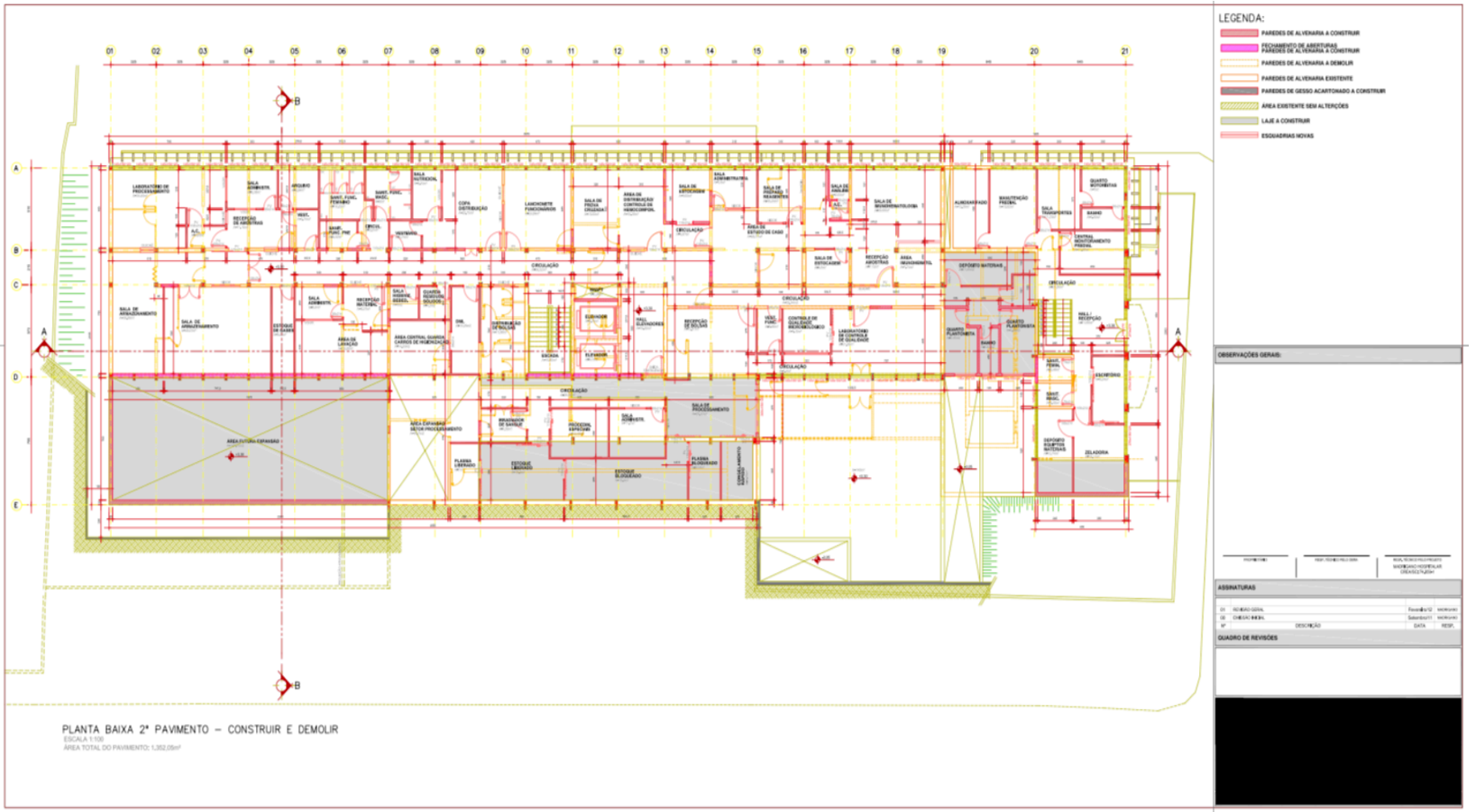
Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.3 – Planta Baixa 1º Pavimento



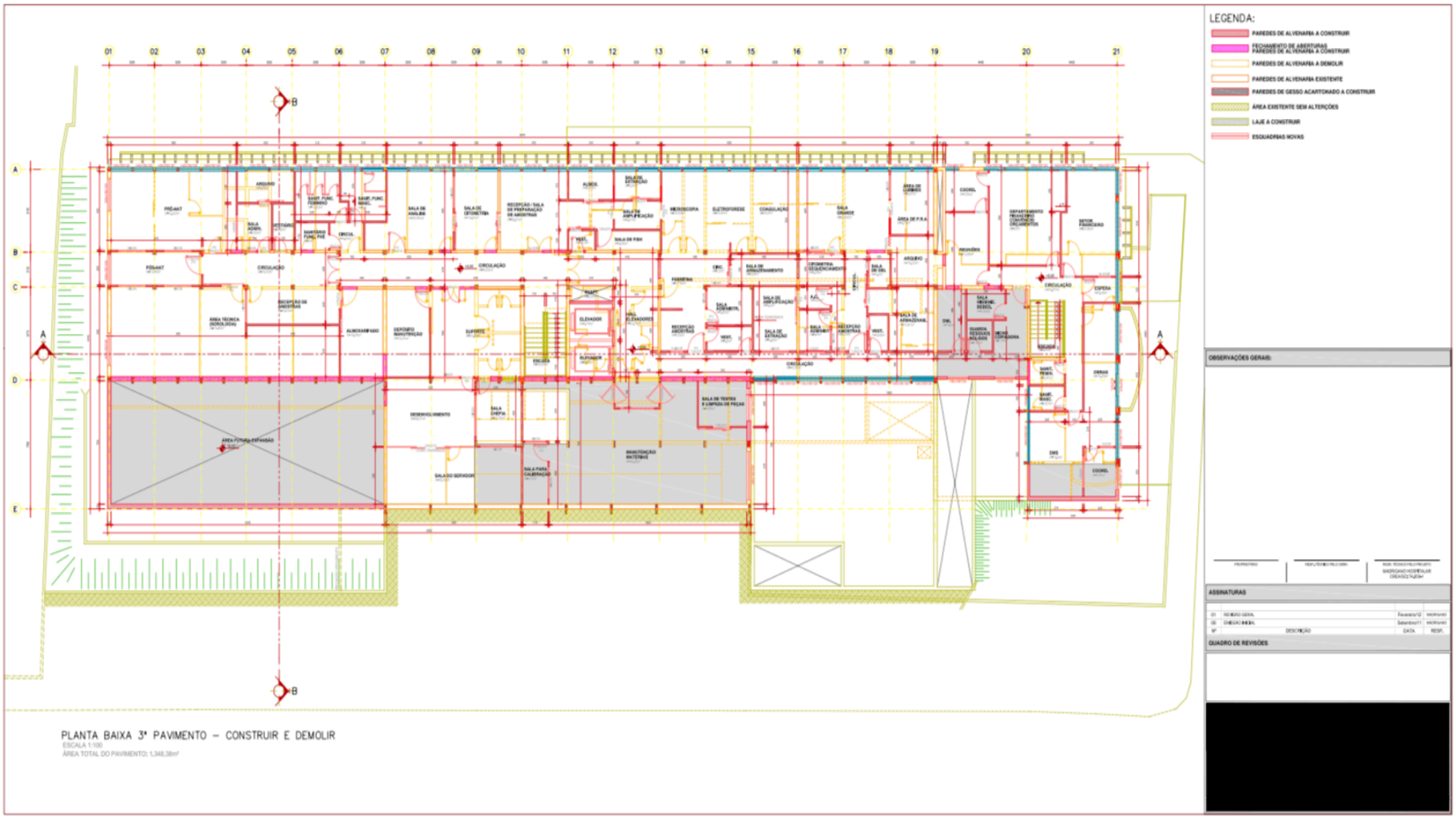
Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.4 – Planta Baixa 2º Pavimento



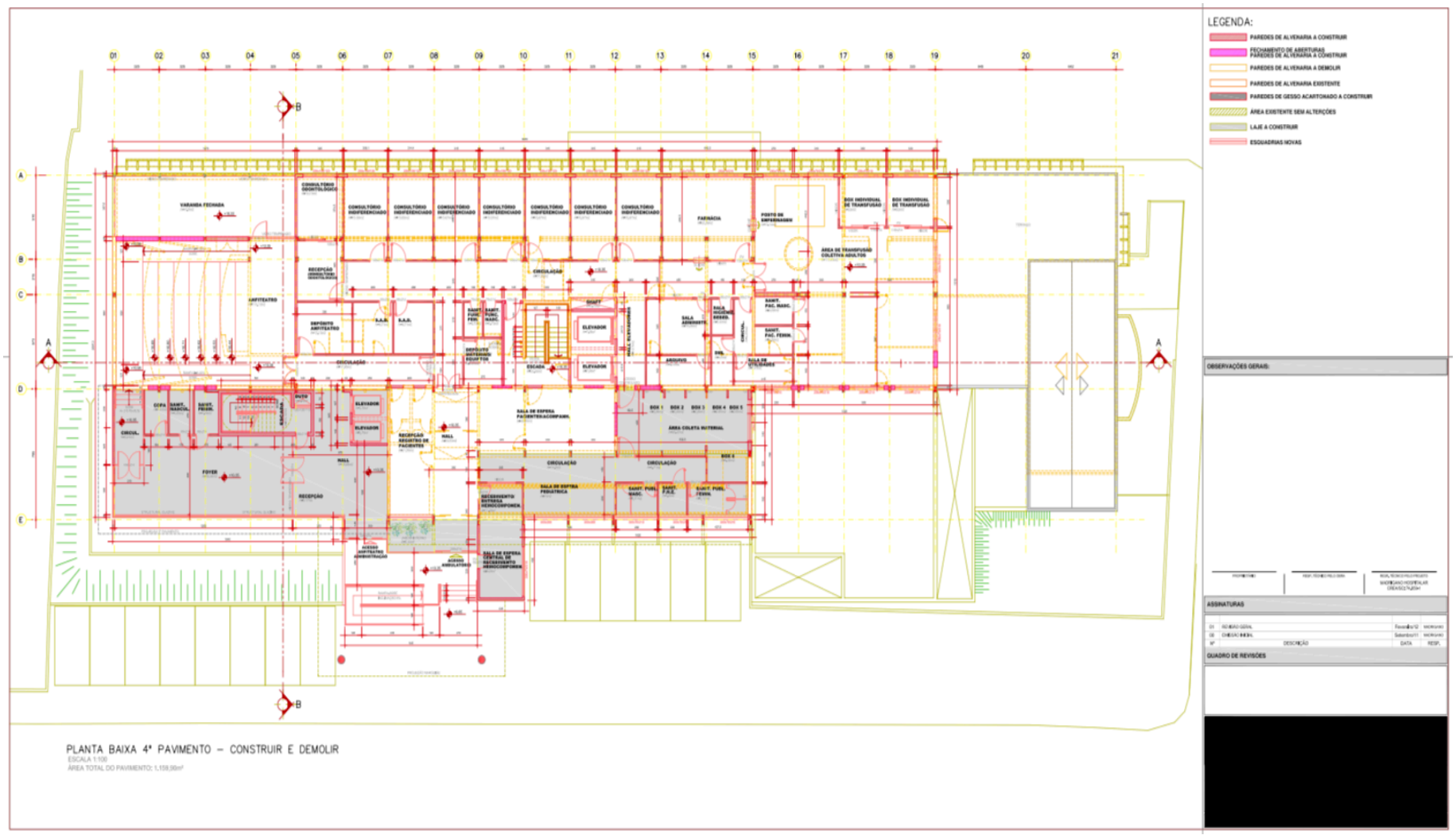
Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.5 – Planta Baixa 3º Pavimento



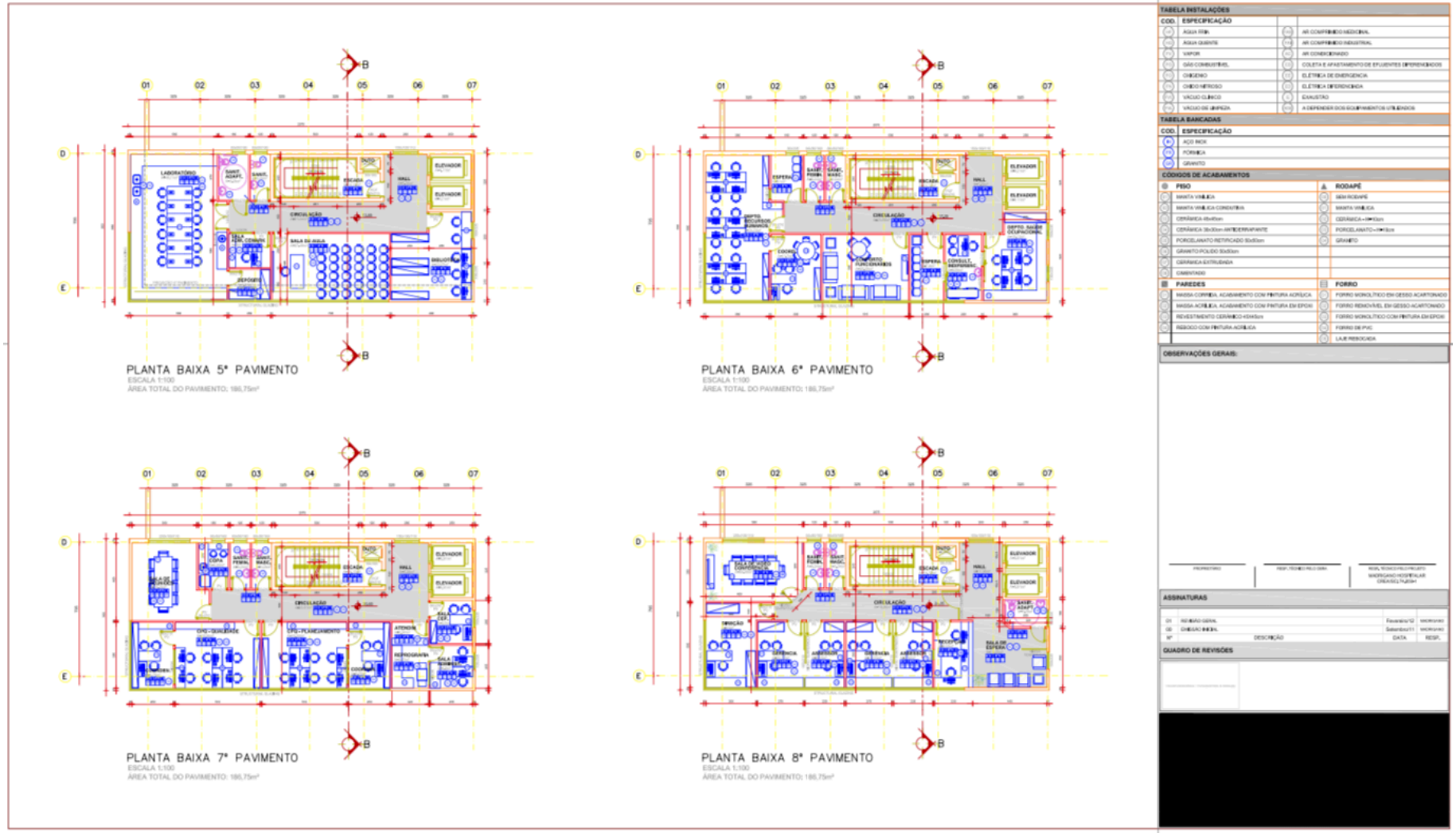
Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.6 – Planta Baixa 4º Pavimento



Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.7 – Plantas Baixas 5º,6º,7º e 8º Pavimentos



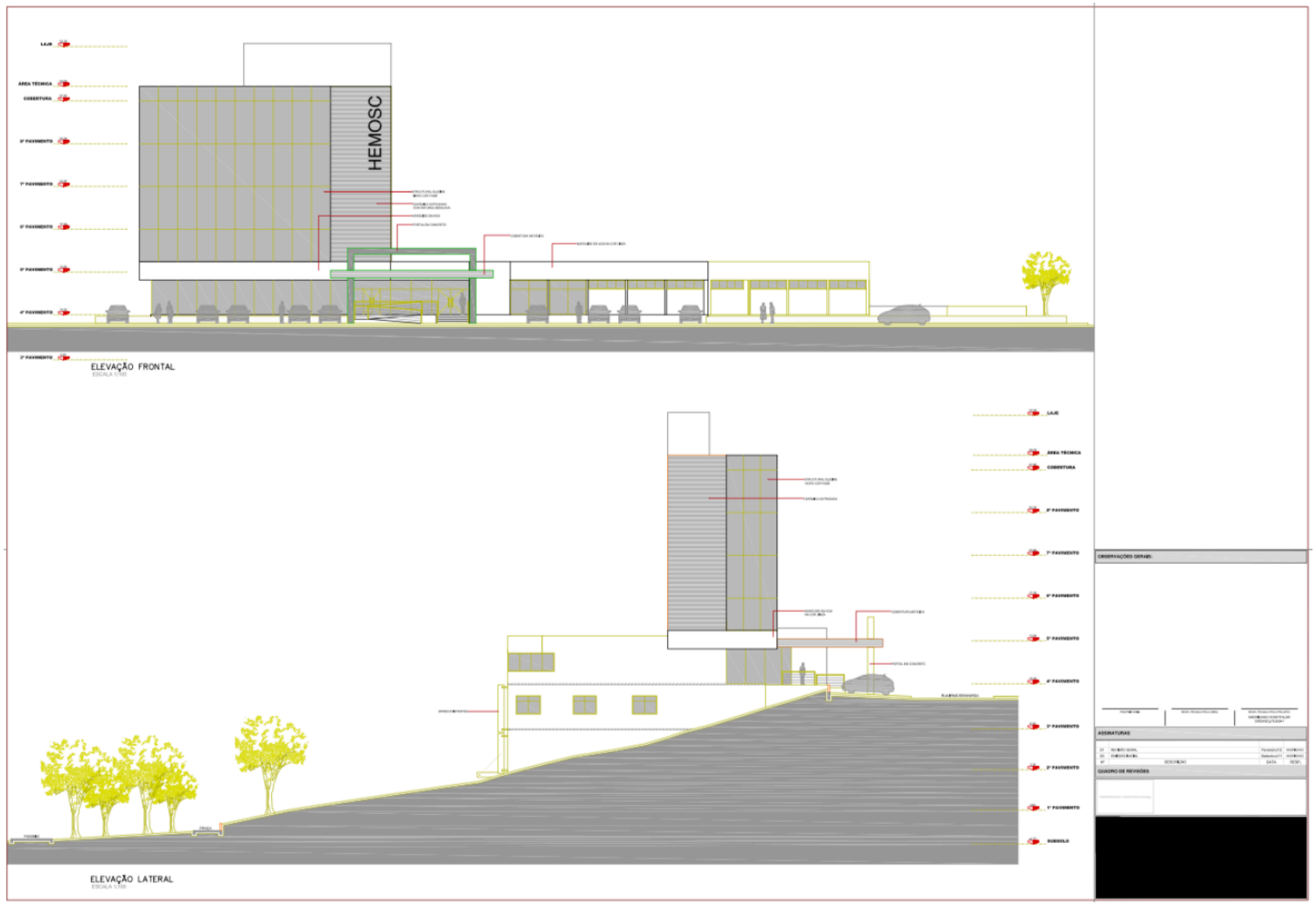
Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.8 – Corte AA e Corte BB



Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

Figura C.9 – Elevação Frontal e Elevação Lateral



Fonte: FAHECE, 2012 (adaptado)

ANEXO D – Especificações do *Laser Scanner*

O *scanner Trimble TX8* foi o equipamento utilizado no processo de captura da realidade do HEMOSC, utilizando 100 cenas referenciadas por targets e tempo de escaneamento dimensionado em 3 minutos, para cada cena.

Caracterizado pelo *laser* tipo 1, seguro para olhos, de acordo com IEC EN60825-1, com comprimento de onda de 1,5m (invisível) e diâmetro do feixe de 6-10-34mm @ 10-30-100m, o aparelho possui intensidade do pulso de retorno de 1.000.000 pulsos/segundo e densidade de pontos caracterizada pelo espaçamento de 11,3mm. A precisão do aparelho é menor que 2mm, no escaneamento padrão e seu campo de visão é de 360°x 317° com precisão angular de 80rad.

O aparelho utiliza coordenadas cartesianas x,y,z para cada ponto escaneado e não captura cores.

Fonte: *Trimble* (2018)

ANEXO E – Coleta de Preços 103/10

Quadro E.1 – Planilha da ordem de serviços 005/2011 - Pág. 1/3

Página 1 de 3

FAHECE
FUNDAÇÃO DE APOIO AO HEMOSC/CEPON

[redacted]

Ordem de Serviços nº 005/2011 - CONVÊNIOS
Coleta de Preços: 103/10
Contrato n.º: 019/2011
Data Início: 02/05/2011
Valor da OS: R$ 125.000,00
Prazo: 150 dias

AUTORIZO a elaboração de projetos do Plano Diretor (projetos prediais) do Hemocentro Coordenador, conforme o orçamento apresentado e lista abaixo discriminada, a preço fixo e irreajustável no valor de R$ 125.000,00 (Cento e vinte e cinco mil reais).

ITEM	FORNECIMENTO DE MATERIAL/SERVIÇOS
1	**Projetos**
1.1	**Levantamento cadastral das instalações atuais (4.000 m²)**
1.1.1	Plantas de todos os andares;
1.1.2	Cortes (03);
1.1.3	Elevações.
1.2	**Projetos de arquitetura (Área aproximada: 4.000 m²)**
1.2.1	Implantação geral;
1.2.2	Plantas setoriais;
1.2.3	Plantas do mobiliário e dos equipamentos;
1.2.4	Planta de forros;
1.2.5	Plantas de paginação de pisos;
1.2.6	Cortes;
1.2.7	Elevações;
1.2.8	Detalhes de portas regulares e especiais;
1.2.9	Detalhes de visores / guichês;
1.2.10	Detalhes de bancadas e armários;
1.2.11	Detalhes de sanitários e demais áreas hidráulicas;
1.2.12	Detalhes especiais;

RECEBIDO EM 14/04/2011

Fonte: FAHECE, 2011 (adaptado)

Quadro E.2 – Planilha da ordem de serviços 005/2011 - Pág. 2/3

FAHECE

FUNDAÇÃO DE APOIO AO HEMOSC/CEPON

[redacted]

Ordem de Serviços nº 005/2011 - CONVÊNIOS
Coleta de Preços: 103/10

ITEM	FORNECIMENTO DE MATERIAL/SERVIÇOS
1.2.13	Caderno de especificações de materiais;
1.2.14	Caderno de encargos da empresa construtora;
1.2.15	Planilhas quantitativas de materiais;
1.2.16	Compatibilização arquitetura / projetos de engenharias;
1.2.17	Perspectiva promocional.
1.3	**Projetos de arquitetura do prédio anexo (Área aproximada: 600 m²)**
1.3.1	Implantação geral;
1.3.2	Plantas setoriais;
1.3.3	Plantas do mobiliário e dos equipamentos;
1.3.4	Planta de forros;
1.3.5	Plantas de paginação de pisos;
1.3.6	Cortes;
1.3.7	Elevações;
1.3.8	Detalhes de portas regulares e especiais;
1.3.9	Detalhes de visores / guichês;
1.3.10	Detalhes de bancadas e armários;
1.3.11	Detalhes de sanitários e demais áreas hidráulicas;
1.3.12	Detalhes especiais;
1.3.13	Caderno de especificações de materiais;
1.3.14	Caderno de encargos da empresa construtora;

Fonte: FAHECE, 2011 (adaptado)

Quadro E.3 – Planilha da ordem de serviços 005/2011 - Pág. 3/3

Página 3 de 3

FAHECE

FUNDAÇÃO DE APOIO AO HEMOSC/CEPON

[redacted]

Ordem de Serviços nº 005/2011 - CONVÊNIOS
Coleta de Preços: 103/10

ITEM	FORNECIMENTO DE MATERIAL/SERVIÇOS
1.3.15	Planilhas quantitativas de materiais;
1.3.16	Compatibilização arquitetura / projetos de engenharias;
1.3.17	Perspectiva promocional.
2	**Observações**
2.1	A empresa contratada entregará para a Vigilância Sanitária, relatório (s) técnico (s) e demais documentações que se fizerem necessárias;
2.2	A empresa contratada fará o acompanhamento do processo de aprovação dos projetos na Vigilância Sanitária de Florianópolis;
2.3	Os projetos serão entregues à contratante, sendo: 01 jogo de cópias físicas, aprovadas junto aos órgãos competentes e 01 cópia em arquivo eletrônico (CD ou DVD).
TOTAL GERAL	**R$ 125.000,00**

FORMA DE PAGAMENTO: Entrada de R$ 31.250,00. Pagamento de R$ 81.250,00 na entrega dos projetos executivos e R$ 12.500,00 após a entrega final para a FAHECE, dos projetos aprovados nos órgãos competentes. Os pagamentos só serão realizados após cada etapa, mediante a apresentação de notas fiscais.

Florianópolis, 14 de abril de 2011.

Vanderlei Souza
Gerente Executivo - FAHECE
ADM - CRA/SC n.º 14.486

Fonte: FAHECE, 2011 (adaptado)

ANEXO F – Especificações da Máquina Termográfica

Precisão

±2 °C (±3,6 °F) ou ±2% da leitura para temperatura ambiente 15 °C a 35 °C (59 °F a 95 °F) e temperatura de objetos acima de 0 °C (32 °F)

Alarme de cor (isotérmico)

Acima, abaixo, intervalo, condensação, isolamento

Tipo de Detector

Microbolômetro não refrigerado, 17 µm

Campo de visão (FOV)

24° x 18°

Resolução de IV

240 × 180 (43.200 pixels)

Mira Laser

Botão dedicado

Faixa de Temperatura de Objetos

-4°F a 248°F (-20°C a 120°C); 32°F a 1200°F (0°C a 650°C)

Acurácia

±0.3°C (±0.5°F)

Fonte: FLIR (2019)