

RITA SIQUEIRA CAMPOS LOUREÇO

TECNOLOGIA

BIM

PARA EDIFÍCIOS DE

SAÚDE

BIBLIOTECA DE REFERÊNCIA DE ARQUITETURA E URBANISMO

ISBN: 978-85-7267-127-9

CEUB
EDUCAÇÃO SUPERIOR

Autor

Rita Siqueira Campos Lourenço

Coautor

Dra. Eliete de Pinho Araujo

1ª Edição**EQUIPE EDITORIAL****Reitor**

Getúlio Américo Moreira Lopes

Revisão gramatical e idioma

Autores

Normatização

Biblioteca Reitor João Herculino

Projeto gráfico

Rita Siqueira Campos Lourenço

Coordenação geral acadêmica

Prof. Dra. Eliete de Pinho Araujo

Comissão técnico-científica

1. Dra. Eliete de Pinho Araujo, Centro Universitário de Brasília, Brasília/DF, Brasil
2. Dra. Neusa Maria Bezerra Mota, Brasília/DF, Brasil
3. Dr. Antônio Pedro Alves de Carvalho, Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, Brasil

O livro foi revisado e avaliado por pares.

Grupo de pesquisa

Cidade e habitação, novas perspectivas

Linha de pesquisa

Cidade, infraestrutura urbana, tecnologia e projeto

Disponível em: <http://www.repositorio.uniceub.br>

LOURENÇO, Rita Siqueira Campos

Tecnologia BIM para edifícios de Saúde / Rita Siqueira Campos Lourenço. – Brasília, 2021

ISBN: 978-85-7267-127-9

182 f.

Dissertação apresentada como requisito para conclusão do curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB.

Orientadora: Profa. Dra. Eliete de Pinho Araujo

1. Tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) 2. Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) 3. Projeto 4. Construção 5. Gestão

SOBRE OS AUTORES

Rita Siqueira Campos Lourenço

Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade Federal do Tocantins. Possui experiência em pesquisa e extensão acadêmica na área de Arquitetura, Conforto Ambiental, Edificações Assistenciais à Saúde e Habitação Popular. Entusiasta de novas tecnologias aplicadas a produção de projetos, tais como plataforma BIM, realidade virtual e prototipagem. Especialista em Arquitetura de Sistemas de Saúde pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário de Brasília (CEUB), com ênfase em BIM para Arquitetura de Edifícios de Saúde. Bolsista CAPES / PROSUP do Programa de Mestrado do CEUB. Especialista em Engenharia e Manutenção Hospitalar pela faculdade do Hospital Albert Einstein em São Paulo. Diretora da regional do Distrito Federal da ABDEH (Associação Brasileira para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar). Foi arquiteta e Gerente de Obras do IGESDF (Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal), antigo Instituto Hospital de Base. Atualmente é arquiteta da coordenação de projetos da Regional NE/DF da Rede D'Or São Luiz, atuando em expansões hospitalares.

E-mail: contato@ritalourenco.com

Link CNPQ: <http://lattes.cnpq.br/7893095438400332>

Eliete de Pinho Araujo

Pós-doutora pela Universidade da Coruña (2018). Doutora em Saúde Pública, ENSP - FIOCRUZ (2008 - Capes nível 6). Mestre em Planejamento Urbano - Tecnologia FAU - UnB (1999). Arquiteta graduada pela FAU-UFRJ (1976). Licenciatura em Educação Física pela Faculdade Dom Bosco (1989). Arquiteta da Secretaria de Saúde SES-DF, Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo, FATECS-CEUB. Coordenadora do grupo de pesquisa Arquitetura, Qualidade Ambiental, Eficiência e Saúde, com ênfase nas linhas de pesquisa Arquitetura e suas Particularidades, Qualidade Verde, Retrofit e APO - Conforto Ambiental e Conservação de Energia e Cidade Sustentável no Terceiro Milênio. Coordenadora do Mestrado em Arquitetura e Urbanismo do ICPD-CEUB e responsável pelo grupo de pesquisa do mestrado Cidade e Habitação, Novas Perspectivas, com 3 linhas de pesquisa A Cidade e a Saúde com Interfaces no Espaço Urbano e no Edifício; Cidade, infraestrutura, tecnologia e projeto e Teoria, história e projeto de habitação. Pesquisadora do grupo Prática Pedagógica e Formação de Professores. Editora da Revista da Arquitetura: Cidade e Habitação. Avaliadora de revistas nacionais e internacionais. Trabalha em publicações em parceria com profissionais internacionais de Londres, da Itália e da Espanha, com os temas: sustentabilidade, conforto, avaliação pós-ocupação, saúde, educação, projetos de arquitetura e de instalações hospitalares e prediais. Membro de comitê técnico-científico de congressos, simpósios e seminários nacionais e internacionais. Pesquisadora Ad Hoc da FAPDF e pesquisadora e orientadora de alunos de graduação, de ensino médio, de pós-graduação e de mestrado. É professora nível doutorado do Centro de Ensino Universitário de Brasília, professora de Curso de Especialização em Gestão em Saúde e Administração Hospitalar Brasília, na Saúde Indígena OPAS/SESAI, Área Técnica Correspondente: Divisão de Edificações de Saúde Indígena (DIEDI) / Coordenação Geral de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena (CGESA); curso de Planejamento Físico de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) da DIRETORIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA do Exército; e gerente da Pinho & Rodrigues Arquitetos Associados (www.pinhoerodrigues.com.br). Membro de bancas de graduação, pós-graduação, mestrado e doutorado. Membro de associações e conselhos.

E-mail: eliete.araujo@ceub.edu.br

Link CNPQ: <http://lattes.cnpq.br/8958239079490571>

AGRADECIMENTOS

Presto a minha eterna gratidão àqueles que de alguma forma contribuíram para essa jornada até aqui. Por serem de grande impacto na minha trajetória, eu agradeço:

À Deus, arquiteto do universo, por me mostrar todo dia que sou capaz de completar desafios como este e ir atrás dos meus sonhos.

À minha mãe Thelma, que sempre me incentivou a ser cada dia melhor, mais capacitada e independente, estando sempre pronta para me dar suporte, direcionamento e ser a minha voz da experiência. Ao meu pai Jayme, por ser sempre compreensivo e bom ouvinte, que na minha vida sempre corrida, me lembra de parar para respirar.

Aos meus irmãos e cunhados, que mais do que minha família, são meu ombro amigo.

Ao amado Bruno, que desde a faculdade me incentiva a buscar pelos meus sonhos, que está ao meu lado junto às aflições e momentos felizes da vida, que está sempre pronto para tirar “dúvidas médicas” para meu trabalho de arquiteta hospitalar, que escolheu dividir a vida comigo e ser sempre meu melhor amigo.

Aos professores da graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins pelas oportunidades que deram início à minha trajetória na vida acadêmica.

Aos meus professores da Especialização em Arquitetura de Sistemas de Saúde da Universidade Católica de Brasília pelos ensinamentos, em especial à Prof.^a Eliete de Pinho Araujo, por ter me incentivado a entrar no Programa de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo do CEUB e ter me abraçado como orientadora e tutora de estágio docente.

Aos meus amigos do ofício, tanto do Sabin Medicina Diagnóstica, quanto do Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal, pelo apoio, incentivo e suporte.

Ao meu querido Hospital de Base e sua equipe que tanto me ensinaram e ensinam sobre a complexidade de se trabalhar em um organismo vivo, mutante e tão delicado que é um hospital da rede pública de saúde.

Aos professores e colegas do mestrado do CEUB, bem como, às minhas colegas da ABDEH-DF, em especial à Talissa Patelli dos Reis, que me concedeu a oportunidade de ser Coordenadora Executiva durante a sua missão como Diretora da Regional do Distrito Federal.

Agradeço ao Centro Universitário de Brasília pela oportunidade do estágio docente gratificado, e ao programa PROSUP da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos concedida que tornou possível a realização deste mestrado.

Muito obrigada!

“Quanto mais “atualizável” for o empreendimento de saúde, mais apto e suscetível se encontrará para comportar e atender reformulações e modernizações.”
(Karman; Fiorentini, 2002, p. 87)

“Com as velozes mudanças e rápida obsolescência tecnológica, apenas se adapta ao mercado de trabalho

RESUMO

A mudança do método e plataforma de trabalho é natural ao processo de evolução para todos os setores do mercado. Atualmente, a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) encontra-se em processo de disseminação de conhecimento e transição do modo de se projetar em CAD (*Computer Aided Design*, em português, Desenho Assistido por Computador) para tecnologia BIM (*Building Information Modelling*, em português, Modelagem da Informação da Construção). Considerando a complexidade da edificação de saúde, o BIM tem muito a contribuir, não só na fase de planejamento da construção e obra, como no gerenciamento desses edifícios. Logo, como uma contribuição à iniciativa do poder público brasileiro, explícita em decretos federais que instituem a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, este trabalho visou elencar os benefícios, desafios e particularidades da utilização de tal tecnologia nas fases de vida (projeto, obra e gestão) dos estabelecimentos assistenciais de saúde (EASs), por meio de apanhados de referenciais teóricos, discussões e apresentações de casos de referência. Espera-se que o produto da pesquisa, aqui apresentada, se defina como um material de apoio à tomada de decisão da migração do modo de projetar edifícios de saúde para o BIM, devido à confirmação da hipótese de que a adoção da tecnologia é benéfica pela sua capacidade de contribuir positivamente para a qualidade do ambiente dos EASs, podendo até mesmo mudar a realidade da operacionalização destes edifícios.

Palavras-chave: Tecnologia *Building Information Modeling* (BIM). Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS). Projeto. Construção. Gestão.

ABSTRACT

Changing the method and work platform is natural to the evolution process for all market sectors. Currently, the AEC (Architecture, Engineering and Construction) industry is in the process of disseminating knowledge and transitioning from CAD (Computer Aided *Design*) to BIM (Building Information Modeling) technology. Considering the complexity of the healthcare building, BIM has a lot to contribute, not only in the construction planning phase, but also in the operation of these buildings. Therefore, as a contribution to the initiative of the Brazilian government, as plain in federal decrees that establish the National BIM Dissemination Strategy, this work aimed to unravel the advantages, challenges and peculiarities of the use of such technology in the life cycle (project, work and management) of healthcare establishments, through theoretical references, discussions and case presentations. It's expected that the product of the research presented here would be use as a support material for the decision making of migrating the way of *designing* healthcare buildings to BIM, due the hypothesis's confirmation that states that the adoption of this technology is beneficial for its ability to positively contribute to the health environments and may even change the reality of the operationalization of these buildings.

Keywords: Building Information Modeling (BIM) technology. Healthcare establishments. Project. Construction. Management.

RESUMEN

El cambio en el método y la plataforma de trabajo es natural en el proceso de evolución para todos los sectores del mercado. Actualmente, la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) está en proceso de diseminar conocimiento y pasar de la tecnología CAD (Diseño Asistido por Computador) a BIM (Modelado de Información de Construcción). Considerando la complejidad de los edificios de salud, el BIM tiene mucho que aportar, no solo en la fase de planificación de la construcción, sino también en la operación de estos edificios. Por lo tanto, como contribución a la iniciativa del poder público brasileño, explícita en los decretos federales que instituyen la Estrategia Nacional de Difusión de BIM, este trabajo tiene como objetivo exponer las ventajas, los desafíos y las particularidades del uso de la tecnología en las fases de la vida (proyecto, trabajo y gestión) de los establecimientos de salud, por medio de compilados de referencias teóricas, debates y presentaciones de casos. Se espera que el producto de la investigación presentada en este trabajo sea un material de apoyo para la toma de decisión de cambio de la forma de diseñar edificios de salud para el BIM, debido a la confirmación de la hipótesis de que la adopción de la tecnología es beneficiosa por su capacidad de contribuir positivamente a la calidad del ambiente de salud, e incluso puede cambiar la realidad de la operatividad de estos edificios.

Palabras-clave: Tecnología *Building Information Modeling* (BIM). Establecimientos de salud. Proyecto. Construcción. Administración.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fases a serem estudadas na "Parte B" deste trabalho. | 29 |
| Figura 2 - Desenhos gerados no <i>software</i> RUCAPS do modelo do projeto para o Aeroporto de Heathrow em Londres - primeiro uso documentado do BIM. Autor do projeto: D.Y. Davies Associates. | 35 |
| Figura 3 - Análise comparativa nos níveis de padrões de uso BIM entre Estados Unidos, Singapura e Noruega..... | 37 |
| Figura 4 - Panorama do BIM no mundo. | 39 |
| Figura 5 - Critérios para avaliação do nível de maturidade BIM. | 40 |
| Figura 6 - Primeiras implantações de CAD e BIM no Brasil e no exterior..... | 41 |
| Figura 7 - Linha do tempo do BIM no Brasil destacando alguns eventos significativos..... | 45 |
| Figura 8 - BIM BR <i>Roadmap</i> | 47 |
| Figura 9 - Dimensões BIM. | 49 |
| Figura 10 - Exemplo dos Níveis de Desenvolvimento (ND) BIM, em inglês, Level of Development (LOD)..... | 51 |
| Figura 11 - Exemplo de Modelo Federado BIM. | 54 |
| Figura 12 - Exemplo de incompatibilidades encontradas no Modelo Federado BIM por <i>clash detection</i> | 55 |
| Figura 13 - Representação gráfica da definição de Level/Nível BIM, baseado no diagrama Bew-Richards BIM <i>Maturity Model</i> | 56 |
| Figura 14 - Florence Nightingale no Hospital de Scutari (atual Istambul) durante a Guerra da Crimeia. Litogravura feita por William Simpson em 1856 e colorida por Edmund Walker..... | 60 |
| Figura 15 - Transformação histórica das construções de saúde. | 61 |
| Figura 16 - Exemplo de plano diretor físico hospitalar: Hospital Universitário de Maringá. | 66 |
| Figura 17 - Foto em perspectiva superior da nova construção do Alder Hey Children's Hospital, Liverpool, Inglaterra..... | 82 |
| Figura 18 - Opções repetíveis para enfermarias de 4 quartos em BIM, apresentadas pela ProCure22..... | 84 |
| Figura 19 - Tour virtual com imagem de 360 para as opções repetíveis de enfermarias de 4 quartos em BIM, apresentadas no aplicativo <i>Repeatable Rooms App</i> da ProCure22..... | 85 |
| Figura 20 - Tela do aplicativo <i>Repeatable Room App</i> mostrando 3 opções para consultório de exames. | 87 |
| Figura 21 - Exemplo de arquivo disponibilizado pela BIM Health aberto no <i>software</i> Autodesk Revit..... | 88 |
| Figura 22 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou – Fiocruz Minas Gerais. | 92 |

| | |
|--|-----|
| Figura 23 - Perspectiva do modelo 3D do projeto do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina de autoria de ATO9 Arquitetura. | 92 |
| Figura 24 - Croqui ilustrativo do Plano Diretor de Infraestrutura Hospitalar desenvolvido para o HGeS. | 93 |
| Figura 25 - Zoneamento e implantação das unidades funcionais no pavimento térreo do HGeS. | 94 |
| Figura 26 - Zoneamento e implantação das unidades funcionais no primeiro pavimento do HGeS. | 95 |
| Figura 27 - Modelo BIM renderizado à esquerda e foto da construção à direita do novo Royal Adelaide Hospital. | 100 |
| Figura 28 - Modelo BIM em perspectiva à esquerda e foto real em perspectiva à direita do novo Royal Adelaide Hospital. | 100 |
| Figura 29 - Modelo BIM da programação de obra à esquerda e foto real da obra à direita do novo Royal Adelaide Hospital. | 100 |
| Figura 30 - Pessoal de obra utilizando o tablet no canteiro para conferências no modelo BIM e lançamento no SPOTNIC. | 100 |
| Figura 31 - Colaboradores trabalhando no modelo BIM para visualização 3D de instalações e renderização de acabamentos do projeto da Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar. | 102 |
| Figura 32 - Modelo BIM à esquerda e vista externa da construção real à direita (Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar). | 103 |
| Figura 33 - Modelo BIM à esquerda e vista interna da construção real à direita (Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar). | 103 |
| Figura 34 - Modelo BIM à esquerda e vista da recepção construída à direita (Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar). | 103 |
| Figura 35 - Foto real da construção da Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar à esquerda e foto do pessoal de obra consultando o modelo BIM no canteiro pelos seus smartphones à direita. | 104 |
| Figura 36 - Esquema construtivo de estrutura do Jahra Medical City 3D gerado no modelo BIM à direita, detalhamento 2D gerado por vista do modelo ao centro e à esquerda a construção real do detalhe especificado no 3D e 2D. | 106 |
| Figura 37 - Modelo BIM do Jahra Medical City à esquerda e foto real do edifício construído à direita. | 106 |
| Figura 38 - Renderização do modelo BIM do Jahra Medical City à esquerda e foto real do edifício construído à direita. | 106 |
| Figura 39 - À esquerda imagem renderizada de um dos átrios do Jahra Medical City e, à direita, foto do ambiente real. | 107 |
| Figura 40 - Imagem do 3D modelo BIM do Jahra Medical City à esquerda e planta gerada 2D do modelo BIM à direita. | 107 |
| Figura 41 - Esquema de trabalho utilizado pelo escritório DNA Barcelona Architects para modelagem BIM. | 107 |
| Figura 42 - Diagrama de detalhamento de projeto utilizando recursos do BIM para o Jahra Medical City. | 108 |

| | |
|--|-----|
| Figura 43 - Vista do quarto individual de internação no modelo BIM à esquerda e vista do quarto real à direita..... | 111 |
| Figura 44 - Modelo BIM do Hospital de Águas Claras à esquerda e construção real à direita. | 111 |
| Figura 45 - Modelo BIM da fachada principal do Hospital de Águas Claras à esquerda e construção real à direita..... | 111 |
| Figura 46 - Modelo BIM demonstrando instalações do Hospital de Águas Claras. | 112 |
| Figura 47 - Setor de pronto-socorro do Hospital de Águas Claras em planta 3D do modelo BIM com instalações e forro..... | 112 |
| Figura 48 – Corte em perspectiva do modelo BIM do Hospital de Águas Claras. | 113 |
| Figura 49 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini à esquerda e foto da construção real à direita. | 115 |
| Figura 50 - Estudo de incidência solar viabilizado pelo modelo BIM elaborado no <i>software</i> Revit. | 115 |
| Figura 51 – Mobiliário do Centro de Pesquisa Boldrini projetado em BIM (componente/família) à esquerda e foto da execução real à direita..... | 116 |
| Figura 52 - Representação 3D do modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini com inserção de mobiliário e equipamentos. | 116 |
| Figura 53 - Planta térrea do modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini à esquerda e do pavimento superior à direita..... | 117 |
| Figura 54 - Representação 3D de mobiliários e equipamentos do Centro de Pesquisa Boldrini. | 117 |
| Figura 55 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas)..... | 120 |
| Figura 56 - Corte em perspectiva do modelo BIM com instalações do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas)..... | 120 |
| Figura 57 - Modelo BIM com instalações do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas). | 120 |
| Figura 58 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas) com todas as instalações com visualização ativa permitindo detecção de interferências..... | 121 |
| Figura 59 - Interferência encontrada entre duas disciplinas de instalação no modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas)..... | 121 |
| Figura 60 - Planta do Hospital de Leishenshan, projetado em BIM, em Wuhan setorizada. | 124 |
| Figura 61 - Vista aérea do Hospital de Leishenshan, construído para atender a demanda da pandemia de Covid-19 em Wuhan..... | 124 |
| Figura 62 - Setorização dos blocos de internação e terapia do Hospital de Leishenshan..... | 125 |
| Figura 63 - Módulo de internação do hospital de Leishenshan à esquerda e estudo de simulação do sistema de tratamento de ar possibilitado pelo modelo BIM à direita..... | 125 |
| Figura 64 - Fotos internas da organização dos módulos de internação do Hospital Leishenshan..... | 126 |
| Figura 65 - Modelo BIM do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 à esquerda e foto da construção real à direita..... | 128 |
| Figura 66 -Vista interna do modelo BIM do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 à esquerda e foto da construção real à direita..... | 128 |

| | |
|--|-----|
| Figura 67 - Imagens demonstrando a evolução da construção do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19. | 129 |
| Figura 68 - Fases de obra demonstradas no modelo BIM e foto colaborador da RAC Engenharia trabalhando no arquivo. | 129 |
| Figura 69 - Esquema de setorização do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 da Fiocruz no Rio de Janeiro. | 130 |
| Figura 70 - Levantamento cadastral por nuvem de pontos da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fiocruz. | 135 |
| Figura 71 - Escaneamento do Hospital Erasto Gaertner de Curitiba procedido pela empresa Smart Sky Tech Hub em parceria com a RAC Engenharia. | 135 |
| Figura 72 - Ambientes setorizados e tabela de áreas gerada do projeto BIM de proposta para hemocentro de Palmas objeto da monografia de graduação da autora. | 137 |
| Figura 73 – <i>Renders</i> do modelo tridimensional do Hospital Alder Hey in the Park, em Liverpool, Inglaterra. | 139 |
| Figura 74 - Sistema do funcionamento da proposta de integração de simulação em realidade virtual por meio do BIM no processo de elaboração de projetos de EAS. | 140 |
| Figura 75 - Apresentação do projeto de um centro de tratamento de câncer utilizando realidade virtual semi-imersiva interativa por meio da gamificação. | 141 |
| Figura 76 - Estudo de incidência solar e sombreamento no modelo BIM realizado por meio do <i>software</i> Revit. | 142 |
| Figura 77 - Estudo de incidência solar do edifício interagindo com seu arredor construído, elaborado por HLM Architects. | 143 |
| Figura 78 - Análise de consumo energético do sistema de iluminação de um EAS americano. | 145 |
| Figura 79 - Estudo da qualidade do ar do quarto de internação de isolamento respiratório do Hospital de Leishenshan erguido na China para combate a pandemia de Covid-19. | 145 |
| Figura 80 - Calha de instalações projetada em BIM à esquerda e foto real da construção da mesma à direita. | 146 |
| Figura 81 - Modelo federado BIM do Hospital Saint Joseph de Denver à direita e o mesmo modelo demonstrando as instalações por meio da alvenaria oculta. | 147 |
| Figura 82 - Dutos de exaustão evidenciados no modelo BIM de um projeto de instituto médico. | 147 |
| Figura 83 - Modelo da sala cirúrgica do Alder Hey in the Park, projetado por BDP Architects, abastecido de dados que permite a criação de planilha de dados de especificações. | 148 |
| Figura 84 - Site oficial da fabricante de equipamentos médicos GE Healthcare onde são disponibilizados componentes BIM para <i>download</i> , apresentando na imagem a aba para escolha de modelos de equipamentos para Medicina Nuclear. | 148 |
| Figura 85 - Modelo com componente BIM disponibilizado pelo próprio fabricante, GE Healthcare, aberto no <i>software</i> Revit. | 149 |
| Figura 86 - Modelo BIM estrutural com nível de detalhamento alto para execução. | 150 |
| Figura 87 - Detalhamento da execução de trechos da fachada do Instituto de Pesquisa do Hospital Metodista de Houston. | 151 |
| Figura 88 - Exemplo de conflito detectado no modelo BIM. | 152 |

| | |
|--|-----|
| Figura 89 – Imagem da tela do Revit atuando com o Plugin OrçaBIM para orçamento de obra. | 153 |
| Figura 90 - Imagem da tela do <i>software</i> Navisworks com o modelo BIM hospitalar de simulação de obras e o cronograma..... | 154 |
| Figura 91 - Colaborador da RAC Engenharia utilizando o QR Code em obra e, à esquerda, imagem disponibilizada por Leite, (2019) demonstrando a utilização do modelo BIM para visualização 3D da obra..... | 156 |
| Figura 92 – Montagem de demonstração da visualização de elemento estrutural tridimensional pela realidade aumentada. | 156 |
| Figura 93 - Telas do sistema SIGPRO da evidenciando o modelo BIM 3D e o compartilhamento de informações de obras | 157 |
| Figura 94 - Diagrama do funcionamento da Internet das Coisas aplicada ao modelo BIM para responsividade no edifício. | 159 |
| Figura 95 - Foto da equipe identificando elemento construtivo no modelo BIM à direita e, à esquerda, agente de obra utilizando o tablet <i>in loco</i> | 161 |
| Figura 96 - Modelo BIM incorporado ao IBM Tririga para gestão de <i>facilities</i> | 164 |
| Figura 97 - Sistema proposto por Jaffary (2016) para gestão do edifício demonstrando análises para o edifício completo (a) e para pavimentos selecionados (b)..... | 165 |
| Figura 98 - Informações dos elementos BIM em perspectiva interna do edifício. | 165 |
| Figura 99 – Interface do ProCure22 à esquerda e do sistema do SomaSUS à direita..... | 171 |
| Figura 100 - Forma de apresentação das informações de apoio à projetos de EAS do ProCure22 à esquerda e, à direita, do sistema SomaSUS. | 171 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Investimento para implantação BIM estimado por profissional AEC. | 43 |
| Quadro 2 - Exemplos de atributos geométricos e não-geométricos dos elementos em BIM..... | 50 |
| Quadro 3 - Nível de Detalhamento (ND) equiparado às etapas comuns de projeto..... | 53 |
| Quadro 4 - <i>Softwares</i> BIM para projetos. | 57 |
| Quadro 5 - Especialidades envolvidas em um projeto de edificação hospitalar..... | 64 |
| Quadro 6 - Exemplos de técnicas e instrumentos de Coordenação de Projetos. | 68 |
| Quadro 7 - Processo de projeto segundo alguns pesquisadores/autores..... | 71 |
| Quadro 8 - Lista de disciplinas que podem ser objeto de contrato de gestão de instalações (<i>facility management</i>) em um estabelecimento assistencial de saúde. | 74 |
| Quadro 9 - Requisitos, apontados por Karman (2011), para estruturação de um programa de manutenção e segurança. | 76 |
| Quadro 10 - Vantagens e desvantagens da manutenção por pessoal próprio e por terceiros. | 77 |
| Quadro 11 - Estudos de caso do uso do BIM em EAS apresentados nas edições norte- americanas do livro <i>The BIM Handbook (O Manual de BIM)</i> | 79 |
| Quadro 12 - Critérios (evidências/competências) que Phiri (2016) utiliza para estudos de casos da utilização do BIM em EAS..... | 81 |
| Quadro 13 - Entregas da plataforma ProCure22 para serem utilizadas como apoio a projetos e construções de edifícios de saúde do sistema público de saúde do Reino Unido. | 85 |
| Quadro 14 - Produção de teses e dissertações acerca de BIM nas 10 melhores universidades do país segundo o RUF da Folha de São Paulo (2019)..... | 89 |
| Quadro 15 - Casos de referência do uso do BIM em EAS apresentados neste trabalho. | 97 |
| Quadro 16 - Quadro resumo do caso do novo Royal Adelaide Hospital em Adelaide na Austrália..... | 98 |
| Quadro 17 - Quadro resumo do caso de referência Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar na República Dominicana..... | 101 |
| Quadro 18 - Quadro resumo do caso de referência do Jahra Medical City no Kuwait | 104 |
| Quadro 19 - Quadro resumo do caso de referência Hospital de Águas Claras em Brasília | 109 |
| Quadro 20 - Quadro resumo do caso de referência Centro de Pesquisa Boldrini em Campinas | 113 |
| Quadro 21 - Quadro resumo do caso de referência Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas) em Belo Horizonte..... | 118 |
| Quadro 22 - Quadro resumo do caso de referência Hospital Leishenshan em Wuhan, China | 122 |
| Quadro 23 - Quadro resumo do caso de referência Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 no Rio de Janeiro..... | 126 |
| Quadro 24 - Funcionalidades dos <i>softwares</i> de gestão de facilities IBM Tririga. | 163 |
| Quadro 25 - Quadro resumo dos desafios relatados pelo uso do BIM nos casos de referência apresentados nesta pesquisa. | 167 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 26 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de projeto, como descrito na “Parte B” da pesquisa. | 168 |
| Quadro 27 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de obra, conforme descrito na “Parte B” desta pesquisa. | 169 |
| Quadro 28 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de gestão de edifício de saúde, conforme descrito na “Parte B” desta pesquisa..... | 169 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABDEH – Associação Brasileira Para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar
- ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção
- Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- APO – Avaliação Pós-ocupacional
- APP – Avaliação Pós-projeto
- AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
- AU – Arquitetura e Urbanismo
- BCA – *Building and Construction Authority*
- BEP – Plano de Execução BIM
- BH-TEC – Parque Tecnológico de Belo Horizonte
- BIM – *Building Information Modeling* (Modelo/Modelagem da Informação da Construção)
- BIMBR – Estratégia Nacional de Disseminação de BIM BR
- BNBIM – Biblioteca Nacional BIM
- BSB – Brasília
- CAD – *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador)
- CAFM – *Computer Aided Facilities Management*
- CAM – *Computer Aided Manufacturing*
- CAPS – Centros de Atenção Psicossocial
- CBDEH – Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar
- CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção
- CBIM - Câmara Brasileira de BIM
- CCDI – Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliário
- CITA – *Construction IT Alliance*
- CMMS – *Computer Maintenance Management System*
- CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear
- COBie – *Construction Operations Building Information Exchange*
- Cogic – Coordenação-Geral de Infraestrutura dos Campi
- Comprasnet – Portal de Compras do Governo Federal
- Corenet – *Construction and Real Estate Network*
- CPD – Centro de processamento de dados

Cproj – Coordenadoria de Projetos
CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CSADI – Central-South Architectural *Design* Institute
CTI – Centro de terapia intensiva
DAC – Desenho Assistido por Computador
DAE – Departamento de Arquitetura e Engenharia
DNIT – Departamento Nacional de Trânsito
DOM – Diretoria de Obras Militares
DOU – Diário Oficial da União
EAM – *Enterprise Asset Management*
EAS – Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
EB – Exército Brasileiro
EBD – *Evidence-Based Design*
EHS – *Environment, Health & Safety*
ELMS – *Environment and Land Management Sector*
EPSRC - *Engineering and Physical Sciences Research Council*
EUA – Estados Unidos da América
FDE - Fundação para Desenvolvimento da Educação
Fiocruz – Fundação Oswaldo Cruz
FM – *Facility Management*
GE – Empresa General Eletrics
GLP - Gás liquefeito de petróleo
GT BIM – Grupo de Trabalho BIM
HaCIRIC – *Health and Care Infrastructure Research and Innovation Centre*
HBDF – Hospital de Base do Distrito Federal
HBN – *Health Building Notes*
HGES – Hospital Geral de Salvador
HTM – *Health Technical Memoranda*
iBIM – BIM integrado
IC – Instituto de Cardiologia
IFC – *Industry Foundation Classes*
ILPI – Instituição de Longa Permanência para Idosos
Infraero - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

IoT – *Internet of Things*

Lab-BIM – Laboratório BIM da Fiocruz

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

LOD – *Level of Development* (mesmo que ND – Nível de Detalhamento)

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing* (Mecânico, Elétrico e Encanamento)

MIT – *Massachusetts Institute of Technology's*

MPDFT - Ministério Público do Distrito Federal e Territórios

MS - Ministério da Saúde

NBR – Norma Brasileira

ND – Nível de Desenvolvimento

NHS – *National Health System*

PC – *Personal Computer*

RA – Realidade Aumentada

RAH – *Royal Adelaide Hospital*

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

REPM – *Real State Portfolio Manager*

RV – Realidade Aumentada

Sinapi - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SPDA – Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas

SUS – Sistema Único de Saúde

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos da Editora Pini

TCU – Tribunal de Contas da União

UBS – Unidade Básica de Saúde

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

UFPE – Universidade Federal do Pernambuco

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNB – Universidade de Brasília

Unesp – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

UPA – Unidade de Pronto-atendimento

USP – Universidade de São Paulo

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

VR – *Virtual Reality*

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| APRESENTAÇÃO | 24 |
| 1 MOTIVAÇÃO | 25 |
| 2 INTRODUÇÃO | 26 |
| 2.1 OBJETIVOS..... | 26 |
| 2.2 PERGUNTA DE PESQUISA E HIPÓTESE..... | 28 |
| 2.3 MATERIAIS, MÉTODOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO..... | 28 |
| PARTE A: CONCEITUAÇÃO E REFERENCIAL | 31 |
| 3 PREÂMBULO DA PARTE A | 32 |
| 4 TECNOLOGIA BIM (<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>) | 32 |
| 4.1 SIGNIFICADO DE BIM..... | 32 |
| 4.2 HISTÓRICO..... | 33 |
| 4.3 O BIM NO MUNDO..... | 36 |
| 4.4 O BIM NO BRASIL (ESTRATÉGIA NACIONAL DE DISSEMINAÇÃO DO BIM) | 41 |
| 4.5 CONCEITOS BIM | 48 |
| 4.6 <i>SOFTWARES</i> BIM..... | 57 |
| 5 ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE (EAS) | 58 |
| 5.1 CONCEITO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE (EASS) | 58 |
| 5.2 A COMPLEXIDADE DO EDIFÍCIO DE SAÚDE E SEU PLANEJAMENTO | 63 |
| 5.3 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE EAS | 69 |
| 5.4 LEIS E NORMAS | 72 |
| 5.5 GESTÃO DE INSTALAÇÕES (<i>FACILITY MANAGEMENT</i>) DO EAS | 73 |
| 6 ESTADO DA ARTE E INTRODUÇÃO AO USO DO BIM EM EAS | 79 |
| 7 CASOS DE REFERÊNCIA | 97 |
| 7.1 INTERNACIONAIS..... | 98 |
| 7.1.1 O novo Royal Adelaide Hospital em Adelaide na Austrália..... | 98 |
| 7.1.2 Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar em Santo Domingo, República Dominicana..... | 101 |
| 7.1.3 Jahra Medical City em Al Jahra, Kuwait..... | 104 |
| 7.2 NACIONAIS..... | 109 |
| 7.2.1 Hospital de Águas Claras em Brasília, Distrito Federal | 109 |
| 7.2.2 Centro de Pesquisa Boldrini em Campinas, São Paulo | 113 |
| 7.2.3 Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas) em Belo Horizonte, Minas Gerais. | 118 |
| 7.3 HOSPITAIS DE COMBATE À PANDEMIA DE COVID-19..... | 122 |
| 7.3.1 Hospital Leishenshan em Wuhan, China | 122 |
| 7.3.2 Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 no Rio de Janeiro, Brasil | 126 |
| PARTE B: DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO | 131 |
| 8 PREÂMBULO DA PARTE B | 132 |
| 9 BIM APLICADO AO EAS NA FASE DE PROJETO | 133 |
| 9.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES E PROGRAMA DE NECESSIDADES..... | 133 |
| 9.2 ESTUDO DE VIABILIDADE | 138 |
| 9.3 ESTUDO PRELIMINAR ARQUITETÔNICO E ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO..... | 139 |

| | |
|--|------------|
| 9.4 ESTUDO PRELIMINAR E ANTEPROJETOS COMPLEMENTARES | 144 |
| 9.5 PROJETOS EXECUTIVOS ARQUITETÔNICOS E COMPLEMENTARES..... | 150 |
| 10 BIM APLICADO AO EAS NA FASE DE OBRA..... | 153 |
| 10.1 ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO..... | 153 |
| 10.2 DOCUMENTAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE OBRA | 155 |
| 10.3 DOCUMENTAÇÃO CONFORME CONSTRUÍDO (<i>AS BUILT</i>)..... | 158 |
| 11 BIM APLICADO À GESTÃO DO EDIFÍCIO DE SAÚDE..... | 160 |
| 11.1 MANUTENÇÃO | 160 |
| 11.2 GESTÃO DE <i>FACILITIES</i> E DO PARQUE TECNOLÓGICO DO EAS..... | 161 |
| RESULTADOS E CONCLUSÕES..... | 166 |
| 12 ANÁLISES | 167 |
| 13 SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS..... | 170 |
| 14 CONCLUSÕES | 172 |
| ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS | 174 |
| REFERÊNCIAS..... | 174 |
| ANEXO I | 188 |

APRESENTAÇÃO

1 MOTIVAÇÃO

O tema tratado nesta dissertação foi estimulado pelo vislumbre da possibilidade da redução das dificuldades encontradas na experiência de trabalho da autora, como arquiteta *full-time* no setor de infraestrutura e manutenção hospitalar do Hospital de Base do Distrito Federal (HBDF).

O hospital mencionado foi construído nos anos 60 com projetos executivos elaborados à mão, expandiu-se na década de 80 e recebeu técnicas de *retrofit*¹ nos anos 2000 com auxílio de projetos feitos em *softwares CAD*² (*Computer Aided Design*), além de várias outras modificações na sua estrutura externa, interna e instalações durante todos esses anos em virtude do dinamismo natural de toda edificação hospitalar.

O resultado do histórico apresentado culminou na multiplicidade de tipos de documentos e arquivos que compõe o registro atual da construção do HBDF: há muitas plantas feitas com lápis e nanquim já desgastadas, arquivos CAD separados por local de obra e disciplina construtiva e, ainda, omissão de atualização de ambientes e setores.

Tal condição dificulta qualquer processo de projeto para viabilizar melhorias no local, somente sendo possível por meio de conferência e levantamento *in loco*, visando a compatibilização e tomada de dimensões da arquitetura, layout e instalações necessárias ao início do planejamento de intervenção de obra.

Adiciona-se, também, a dificuldade em controlar o parque tecnológico e itens de patrimônio sem a devida planificação e espacialização dos mesmos, bem como, o entrave nas atividades de manutenção das instalações prediais, causado pela falta do desenho total das redes presentes no edifício.

O vislumbre da solução para tais problemas surgiu ao entender que a plataforma BIM (*Building Information Modeling*) seria capaz de unir, em um só modelo virtual construtivo, os registros de todas as disciplinas de projeto, possibilitando um *as built*³ compatibilizado e uma base pronta para o início de qualquer estudo de melhoria de infraestrutura.

A partir de tal elucidação, é possível compreender que, com o BIM, há grandes possibilidades de avanço do modo de, não só, projetar, mas, também, de construir e gerenciar as edificações de saúde.

Assim como a tecnologia tem avançado para a medicina e saúde, deverá, também, progredir para a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), logo, este trabalho vem para contribuir para tal processo de inovação.

¹ *Retrofit* é um termo utilizado para *designar* o processo de modernização de equipamentos e/ou construções já considerados ultrapassados ou fora de norma.

² Em português, DAC (Desenho Assistido por Computador), o CAD é um sistema computacional para elaboração de projetos, como por exemplo, o mundialmente conhecido *software Autodesk AutoCAD*.

³ Em português, “como construído”, a expressão *as built* refere-se ao projeto fiel ao executado em obra.

2 INTRODUÇÃO

A mudança do método e plataforma de trabalho é natural ao processo de evolução para todos os setores do mercado. A indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) vivenciou esta transformação quando, após a popularização do uso de computadores, tornou-se possível utilizar-se de *softwares CAD (Computer Aided Design)* para produção de projetos, levando grande parte dos profissionais da área a abandonarem as suas pranchetas, lápis e nanquim.

Atualmente, o setor citado encontra-se novamente em modernização. Em substituição à plataforma CAD há o advento do BIM (*Building Information Modeling*), uma tecnologia capaz de construir virtualmente um edifício, atribuindo ao modelo 3D informações acerca de cada material e elemento utilizado, tais como, preço de mercado, dimensões, especificação de grandezas, marca, cores, tipo de fabricação e mais possibilidades, o que torna tal modelo uma entidade capaz de ser parametrizada, analisada, planilhada e auditada.

Em razão das características apresentadas, é justificável a moção do poder público de diversos países em regulamentar e exigir o uso do BIM como ferramenta de projeto.

Tal informatização do projeto torna possível ter maior controle sobre o planejamento da construção e possibilita a criação de *as built* tridimensional compatibilizado, que poderá ser utilizado para gestão de *facilities*⁴, sobretudo em edificações complexas, tal qual as edificações de saúde, cuja complexidade reside na multidisciplinaridade envolvida na sua concepção e gestão, bem como, na criticidade da sua atividade fim: assistência à saúde e manutenção da vida.

Neste trabalho buscou-se desenvolver um material de apoio à tomada de decisão da migração do modo de projetar edifícios de saúde para o BIM, por meio da apresentação dos benefícios, desafios e particularidades da utilização da tecnologia nas fases de vida (projeto, obra e gestão) das edificações dos EAS (Estabelecimentos Assistenciais de Saúde), por meio de apanhados de referenciais teóricos e discussões.

2.1 OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é elencar os benefícios, desafios e particularidades da utilização da tecnologia BIM nas fases de vida (projeto, obra e gestão) das edificações dos estabelecimentos assistenciais de saúde, por meio de apanhados de referenciais, apresentação de casos e discussões.

⁴ Gestão de *facilities* é a função administrativa e organizacional responsável por gerir as disciplinas necessárias à funcionalidade de um dado estabelecimento, empresa ou edificação, tais como, manutenção, patrimônio, administração de parque tecnológico, infraestrutura, entre demais elementos.

O produto da pesquisa aqui apresentada ambiciona ser um material de apoio à tomada de decisão da migração do modo de projetar edifícios de saúde para o BIM (*Building Information Modeling*).

Objetivos específicos

- Contribuir com a criação de um compilado de conceitos relacionados e embasados nos principais referenciais teóricos de dois grandes temas da área da construção civil: BIM e edifícios de saúde (hospitais, clínicas, laboratórios...);
- Apresentar as fases de vida (projeto, obra e gestão) das edificações dos estabelecimentos assistenciais de saúde e as possibilidades da aplicação da tecnologia BIM em cada uma delas;
- Apresentar casos de referência da aplicação da metodologia BIM em edifícios de saúde, discorrendo sobre os benefícios atingidos como alternativa aos processos tradicionais de projeto, bem como, sobre os principais desafios vivenciados na sua implantação;

Limitações da pesquisa

É importante esclarecer que este trabalho não abordará sobre métodos de implantação do BIM, bem como, não será um manual de uso da ferramenta. Tais temáticas já possuem larga e consistente produção de conteúdo e ricos materiais publicados.

Desafios vivenciados

O ano de produção desta dissertação, 2020, foi atípico. O mundo inteiro sofreu com as limitações impostas para o controle da pandemia do novo coronavírus (Sars-CoV-2), logo, não poderia ser diferente na realidade da produção acadêmica e, mais especificamente, em trabalhos relacionados à área de saúde.

Durante a elaboração dessa pesquisa, em virtude do isolamento social e risco sanitário de contaminação em EASs, visitas agendadas em hospitais para investigação do uso da tecnologia BIM nos mesmos foram canceladas, bem como, reuniões marcadas com equipes de manutenção e infraestrutura e escritórios especializados.

No caso da autora, de maneira particular, o maior desafio enfrentado foi atuar, como arquiteta especialista em saúde contratada pelo setor de infraestrutura do instituto responsável por 2 grandes hospitais e 6 UPAs, na assessoria de adaptação de leitos e remanejamentos durante os esforços empreendidos para o enfrentamento à pandemia de Covid-19.

2.2 PERGUNTA DE PESQUISA E HIPÓTESE

Pergunta de pesquisa (problema de pesquisa)

Seria benéfica, a ponto de superar os desafios trazidos pela necessidade de readequação do processo de planejamento dos edifícios de saúde, a mudança do método de projeto tradicional, utilizando a plataforma CAD, para o uso da tecnologia BIM?

Hipótese

A adoção da tecnologia BIM como plataforma de projeto é benéfica pela sua capacidade de contribuir positivamente em todas as fases de vida (projeto, obra e gestão) das edificações dos estabelecimentos assistenciais de saúde, trazendo maior qualidade aos ambientes de diagnóstico, terapia e apoio.

2.3 MATERIAIS, MÉTODOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Tipo dos métodos aplicados na pesquisa

Pesquisa bibliográfica e qualitativa.

Materiais e métodos de apresentação

Esta dissertação, para fins didáticos e de organização da informação disposta, está dividida em duas partes:

- Parte A: conceituação e referencial;
- Parte B: desenvolvimento e discussão;

A pesquisa bibliográfica que compõe este trabalho, apresentada na “Parte A” da dissertação, se deu pelo compilado de conhecimento angariado por meio de pesquisas em referenciais teóricos, tais como: livros, publicações, pesquisas acadêmicas, vídeos disponíveis na *internet*, redes sociais e *websites*. Nesta seção apresenta-se a conceituação e estado da arte dos assuntos abordados na pesquisa: tecnologia BIM e edifícios de saúde, bem como, apresenta um compilado de casos de referência selecionados.

A seleção dos casos compilados seguiu os seguintes critérios de escolha em ordem de priorização:

1. Não constar em bibliografias consagradas acerca das áreas envolvidas na pesquisa: BIM e EAS;
2. Relevância do caso no cenário do local de origem ou internacional;
3. Quantidade de informações disponíveis;
4. Representatividade de diferentes nacionalidades para os casos estrangeiros;

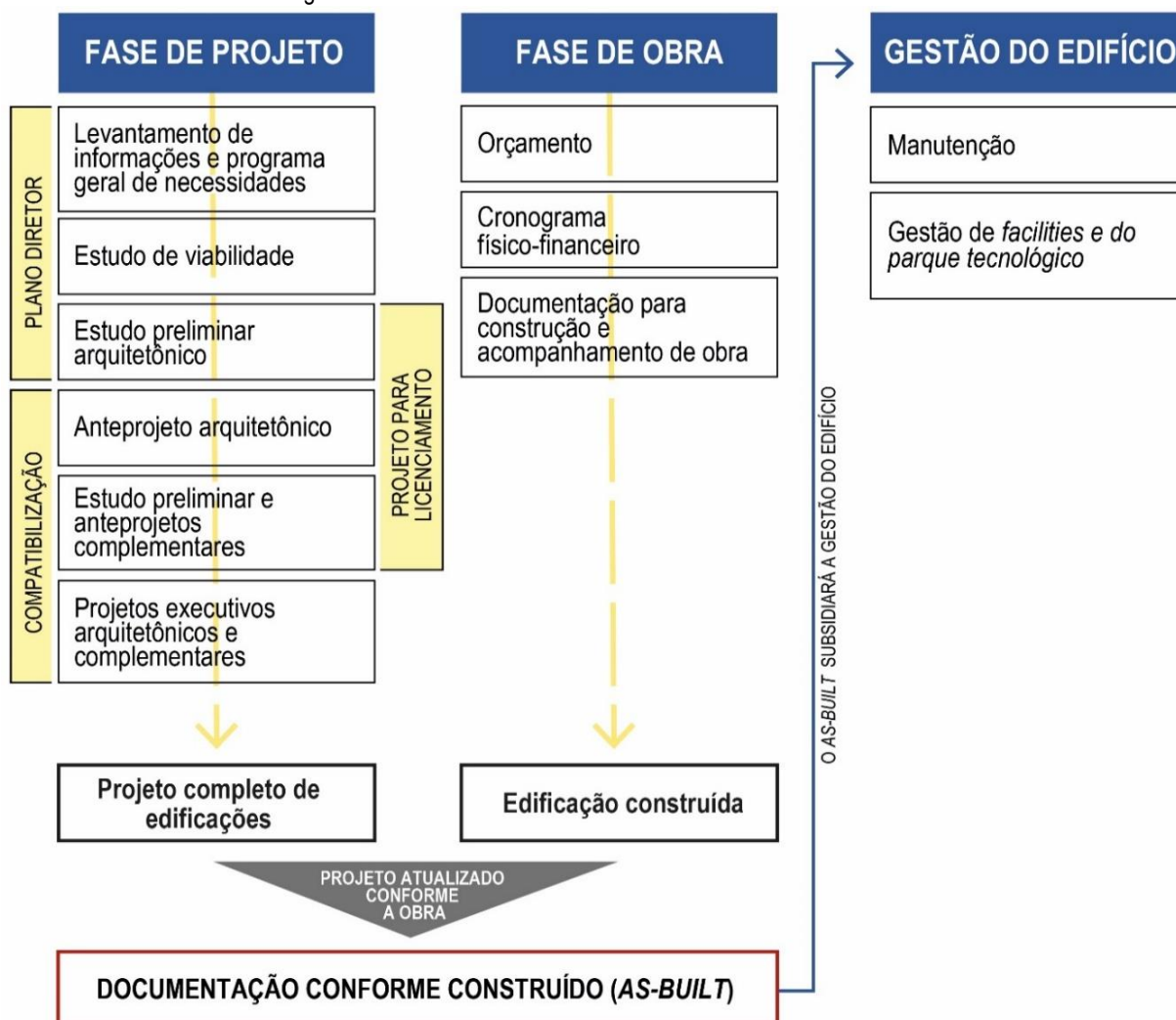
5. Diversificação do tipo de estabelecimentos de saúde do projeto.

Em tempo, após o advento da pandemia de Covid-19, e dada relevância da atuação dos profissionais da construção civil na preparação de ambientes de contingência para o combate ao novo coronavírus, resolveu-se adicionar, aos casos de referência apresentados, exemplos da contribuição da tecnologia BIM utilizada a favor da redução do tempo de ação na construção de hospitais de campanha

Já o conteúdo apresentado na “Parte B” se caracteriza pelo estudo do cruzamento dos dois assuntos abordados na parte anterior, ou seja, a caracterização do uso do BIM em EAS, por meio da explanação acerca das particularidades da aplicação da tecnologia BIM em cada fase do ciclo de vida das edificações de saúde (projeto, obra e gestão).

Para possibilitar a organização da apresentação dos tópicos dessa parte do trabalho, utilizou-se das etapas de desenvolvimento de planejamento de edifícios apresentadas na Figura 1, elaborada pela autora com base no diagrama apresentado pela ABNT NBR 16.636-2/2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. (ABNT, 2017)

Figura 1 - Fases a serem estudadas na "Parte B" deste trabalho.



Fonte: elaborado pela autora, baseado no diagrama contido em ABNT (2017)

Buscou-se, na Parte B, explorar vários aspectos possíveis dentro da possibilidade do uso do BIM em EAS nas três fases do edifício (projeto, obra e gestão), demonstrando particularidades, tais como: simulações computacionais, realidade virtual, verificação de dados automatizada, diferenciais de obra (o *tablet* como ferramenta de trabalho, cronograma físico-financeiro em animação 3D, *compliance*⁵ de dados e gastos...) e contribuições para gestão de *facilities* (controle do parque tecnológico, manutenção...).

⁵ *Compliance* é o tempo que designa conformidade com as leis, padrões éticos, regulamentos internos e externos. (BOBSIN, 2019)

PARTE A

**CONCEITUAÇÃO E
REFERENCIAL**

3 PREÂMBULO DA PARTE A

Nesta parte do trabalho são apresentados, inicialmente de forma não relacionada, os conceitos dos termos reduzidos às siglas BIM e EAS, com um capítulo exclusivo para cada – Capítulo 4: Tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) e Capítulo 5: Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) – com o objetivo de introduzir os dois temas separadamente de forma que seja possível, primeiramente, captar características gerais de tais campos antes de introduzir a relação entre eles, trabalhada como objeto principal de pesquisa neste trabalho, por meio do Capítulo 6: estado da arte e introdução ao uso do BIM em EAS.

Finalizando a “Parte A”, apresenta-se um conjunto de casos reais de utilização do BIM em EAS pesquisados para compor o Capítulo 7: casos de referência.

4 TECNOLOGIA BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

4.1 SIGNIFICADO DE BIM

A sigla BIM refere-se ao termo *Building Information Modeling*, em português, Modelagem/Modelo da Informação da Construção.

Kolarevic (2009), em tradução livre pela autora, define o BIM como um modelo que leva em consideração características de desempenho, custo e outros problemas relacionados à construção e operação de um edifício, bem como, seu *design*.

Um modelo BIM não é apenas uma imagem de geometria tridimensional, mas uma rica representação do edifício que contém todos os tipos de dados interessantes e úteis, capazes de serem analisados (KOLAREVIC, 2009).

Em consonância, Eastman *et al.* (2014), afirma que o 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. O BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos. (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 1).

A adoção da Modelagem da Informação da Construção pelo mercado AEC mundial ainda não se encontra consolidada. Atualmente, o CAD (*Computer Aided Design*) permanece predominando como plataforma de desenvolvimentos de projetos na maioria dos países.

Assim como, após a popularização do uso de computadores, grande parte dos profissionais da área abandonaram as suas pranchetas, lápis e nanquim para utilizarem *softwares* CAD para produção de projetos, a transição para o uso do BIM também traz consigo desafios, porém muitos benefícios a serem tratados adiante.

4.2 HISTÓRICO

Considerando a linha do tempo criada por Bozdoc (2003), foi em 1957 que Dr. Patrick J. Hanratty, conhecido como “o pai do CAD/CAM⁶”, criou o PRONTO, o primeiro sistema comercial de programação numérica, porém, foi na década de 60 que Ivan Sutherland, usando um computador da Universidade MIT (*Massachusetts Institute of Technology's*), deu o primeiro passo para a indústria de *softwares* CAD, com o programa Sketchpad, o primeiro editor gráfico computacional.

Vários esforços foram empreendidos na implantação de melhorias dos *softwares* de edição gráfica durante as décadas de 70 e 80, contando com investimento de grandes empresas como Ford, General Motors, Chrysler, Lockheed, General Eletrics, Boing, além do apoio de renomadas universidades, tais como, MIT, Cambridge, Carnegie-Mellon, Comell *University* e Harvard. (BOZDOC, 2003)

Por meio do relato da trajetória profissional de Kolarevic (2009), autor protagonista na inovação tecnológica aplicada à construção civil, é possível traçar uma linha do tempo da evolução do uso do computador para produção de projetos em substituição aos feitos à mão na prancheta, que se iniciou nos primórdios dos anos 80, com poucas empresas, tidas como *avant-garde*⁷, utilizando-se de tais máquinas, em virtude da tecnologia existente possuir carácter experimental e alto custo – algo em torno de \$100.000 por estação de trabalho com computador – pouquíssimos podiam bancar.

Não muito tempo depois, no início dos 90, os computadores pessoais já estavam se popularizando, com melhor custo-benefício e melhor desempenho, tomando possível a utilização de *softwares* que prometiam a maximização da produção de desenhos técnicos por meio da tecnologia

⁶ CAD/CAM são siglas que designam *Computer Aided Design* e *Computer Aided Manufacturing*, em português, respectivamente, Desenho Assistido por Computador e Fabricação Assistida por Computador.

⁷ *Avant-garde*, em português, de vanguarda, aquele que tem ou procura ter um papel precursor, especialmente em ramos artísticos e culturais. Expressão utilizada pelo autor referenciado no texto, com tradução livre pela autora (OXFORD LANGUAGES, 2020).

CAD. Um dos *softwares* que se difundiu nesta época foi, o até hoje utilizado, AutoCAD, fabricado pela empresa Autodesk (BELLUOMINI, 2017; BOZDOC, 2003).

A Autodesk foi fundada em 1982 por um grupo de 16 pessoas na Califórnia, por iniciativa de John Walker, que pretendia vender *softwares* CAD a um custo acessível (BOZDOC, 2003).

A ideia de Walker foi bem-sucedida. Em 1990, a Autodesk bateu 500.000 cópias vendidas do AutoCAD, o mais vendido programa CAD do momento, além de ter sido eleito o “O Melhor Programa CAD” pela Byte Magazine durante 8 anos seguidos. Logo em 1995 as vendas dos *softwares* ofertados pela Autodesk já batiam 3 milhões de cópias e a empresa se tornou a 5ª maior companhia do mundo (BOZDOC, 2003).

Na primeira década dos anos 2000, o uso de *Personal Computers* (PCs) nos escritórios de projeto já se tornou algo comum e, desde então, conforme citado por Kolarevic (2009), a realidade tem sido outra: é mais barato adquirir e manter máquinas nas empresas do que recursos humanos.

Durante os anos que se seguiram, desde o surgimento do CAD, a tecnologia tem evoluído cada vez mais em prol da implantação de recursos que facilitem e enriqueçam o processo projetual, tais como: possibilidade de criação de geometrias tridimensionais, plataformas de colaboração, usabilidade *mobile*⁸, renderização, realidade virtual e outras mais técnicas (KOLAREVIC, 2009).

Segundo Eastman *et al.* (2014), o exemplo mais antigo documentado da descrição conceito do BIM foi em um protótipo de trabalho publicado pelo extinto Jomal AIA em 1975, onde utilizou-se do termo “*Building Description System*” para descrever o que hoje é possível realizar através do *Building Information Modeling*:

[...]definir elementos de forma interativa...deriva[ndo] seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes...qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligada diretamente à descrição...estimativas de custos ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas...fornecendo um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas... verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais. (EASTMAN, 1975 apud EASTMAN *et al.*, 2014, p. V) .

No texto citado estão descritos os benefícios mais conhecidos do uso do BIM entre os profissionais da indústria AEC.

A possibilidade de autoajuste de todos os desenhos técnicos e especificações por meio de uma única mudança de atributo em um item construtivo presente no modelo BIM é real, bem como, a

⁸ *Mobile* é um termo da língua inglesa que caracteriza tudo o que é móvel, transportável, que pode ser utilizado em qualquer lugar, mas que, atualmente, foi apropriado pelo setor de tecnologia para *designar* serviços disponíveis em telefones celulares *smartphones*, computadores portáteis e *tablets*.

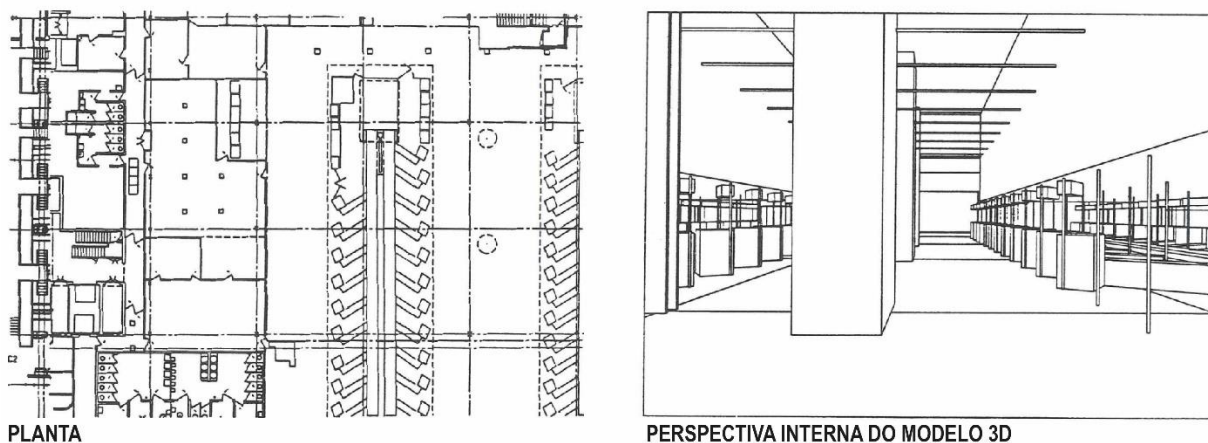
emissão de relatórios quantitativos e análises de conformidade automatizados e compatibilizados é factível.

Em outras palavras, exemplificando o parágrafo acima, é possível, dentro do *software* BIM, alterar o modelo e posicionamento de itens construtivos na vista 3D e ter todos os outros desenhos (cortes, fachadas, plantas...) e quadros de quantitativo e especificações atualizados automaticamente.

Tal característica deve a um dos conceitos atrelados a essa tecnologia: a parametrização – atrativo, tratado mais adiante neste trabalho, com o qual mais facilmente o usuário de plataformas CAD se convence a migrar para o *Building Information Modeling*.

Foi durante o final dos anos 80 que o primeiro uso do BIM para projeto foi documentado, em um artigo redigido por Robert Aish (1986), onde o autor descreve o estudo do uso da ferramenta para a construção da renovação gradual do Terminal 3 do Aeroporto de Heathrow em Londres (Figura 2), elaborado no *software* precursor RUCAPS, criado inicialmente por dois egressos da Universidade de Liverpool e mais tarde fabricado e distribuído pela *GMW Computers* (EASTMAN et al., 2014).

Figura 2 - Desenhos gerados no *software* RUCAPS do modelo do projeto para o Aeroporto de Heathrow em Londres - primeiro uso documentado do BIM. Autor do projeto: D.Y. Davies Associates.



Fonte: AISH, 1986, p. 67, adaptado pela autora.

Apesar do primeiro uso da tecnologia BIM documentado ter se dado na década de 80, somente foi na transição dos anos 90 para 2000 que o conceito de Modelagem da Informação da Construção foi difundido tal qual é hoje (EASTMAN et al., 2014).

Por meio da atuação das empresas fabricantes de *software* BIM, bem como, do empenho de profissionais como Jerry Laiserin, atribuído como o responsável por difundir o termo e conceito atual de *Building Information Modeling* e torná-lo consensual entre os fornecedores, hoje grande parte dos

profissionais do setor a AEC já entendem do que tal tecnologia se trata, o desafio, agora, é implantá-la (EASTMAN *et al.*, 2014; LAISERIN, 2002).

4.3 O BIM NO MUNDO

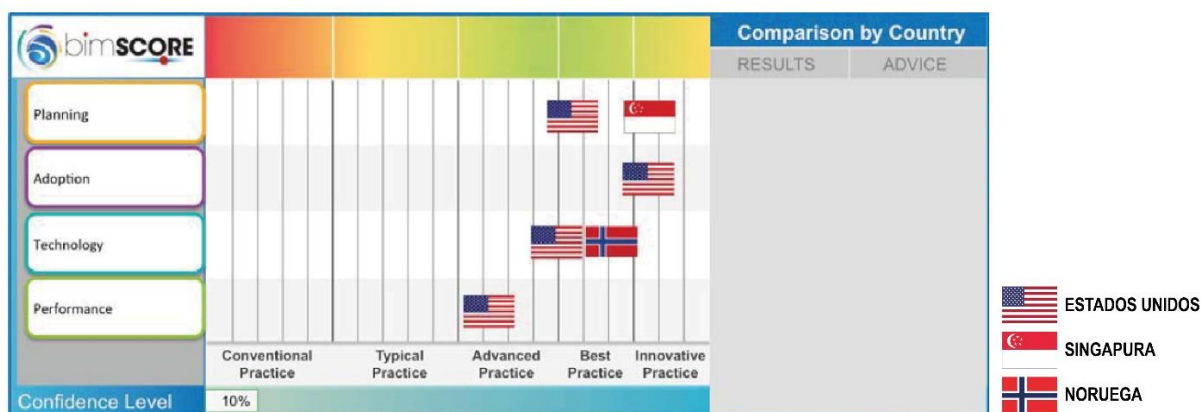
Conforme MCauley *et al.* (2016), em tradução livre pela autora, descrever o mundo BIM é complexo e, associado à exigência de realizar uma revisão abrangente da literatura, é uma tarefa desafiadora capturar com precisão o status do uso do BIM nas nações mundiais no atual momento.

Porém, com base na publicação de Kensek (2014), há quatro aspectos de análise que orientam a busca pela resposta do quão avançada está a gestão do BIM no mundo: planejamento, adoção, tecnologia e performance, descritos a seguir.

- **Planejamento:** se refere ao plano de execução do BIM no país, oferta de planejamento central acerca de metas, priorização, contratos, orçamento e treinamento;
- **Adoção:** caracteriza a adoção da tecnologia BIM entre as etapas do projeto, bem como, o interesse entre as partes envolvidas na adoção e alocação de recursos BIM;
- **Tecnologia:** refere-se aos recursos disponíveis aplicados à tecnologia, tais como, aplicativos, interoperabilidade, padrões de dados e níveis de detalhe. Define o grau de maturidade do uso do BIM;
- **Desempenho:** descreve o grau de satisfação com a plataforma por meio de medidas quantificáveis e aferição retorno dos investimentos em BIM.

A Figura 3 representa tais aspectos aplicados na análise comparativa que resulta na caracterização de três das nações que possuem o mais avançado quadro de utilização do BIM: Estados Unidos, Singapura e Noruega.

Figura 3 - Análise comparativa nos níveis de padrões de uso BIM entre Estados Unidos, Singapura e Noruega.



Fonte: SBI, 2014 apud KENSEK, 2014, p. 278, adaptado pela autora.

Singapura demonstra ser a nação com mais ações de implantação e regulamentaras no mundo. Desde 2008 esforços por parte da agência regulamentadora BCA (*Building and Construction Authority*⁹), do Ministério Nacional do Desenvolvimento do país citado, vêm sendo empreendidos rumo a padronização, normatização e implementação do BIM no país. (BCA, 2011)

Em 2011, a BCA, passou a aceitar a submissão de modelos BIM para verificação e checagem de regras para aprovação de projetos através do sistema virtual da Corenet (*Construction and Real Estate Network*). Em outras palavras, Singapura desde 2011 recebe projetos de construções virtuais para liberação de licenças e alvarás de construção. Para isso, desde 2015 o país já possui um BIM *Mandate* em vigência, ou seja, um Plano de Execução BIM (BEP) sendo executado. (BCA, 2011; KENSEK, 2014; MCAULEY *et al.* 2016)

Por meio de uma pesquisa promovida pela organização Irlandesa CITA (*Construction IT Alliance*), McAuley *et al.* (2016) divulgaram uma publicação contendo um panorama geral da implantação do BIM em 21 países: Austrália, Brasil, Canadá, China, Finlândia, Hong Kong, Irlanda, Itália, Malásia, México, Países Baixos, Nova Zelândia, Portugal, Catar, Rússia, Coreia do Sul, Espanha, Suíça, Emirados Árabes Unidos, Reino Unido e Estados Unidos.

A síntese do levantamento do trabalho deu origem ao mapa apresentado na Figura 4, onde pode ser observada diretrizes aplicadas da implementação BIM nas 21 nações citadas, contemplando a indicação dos métodos utilizados: BIM *Mandates*, BIM *Programmes*, BIM *Standards*, *Guidelines* (Manuais), *OpenBIM*, detalhados a seguir:

- **BIM *Mandate*:** é um conjunto de requisitos de troca e entrega de informações estipulados por uma autoridade reconhecida, por exemplo, um governo ou um ministério, de um país, estado

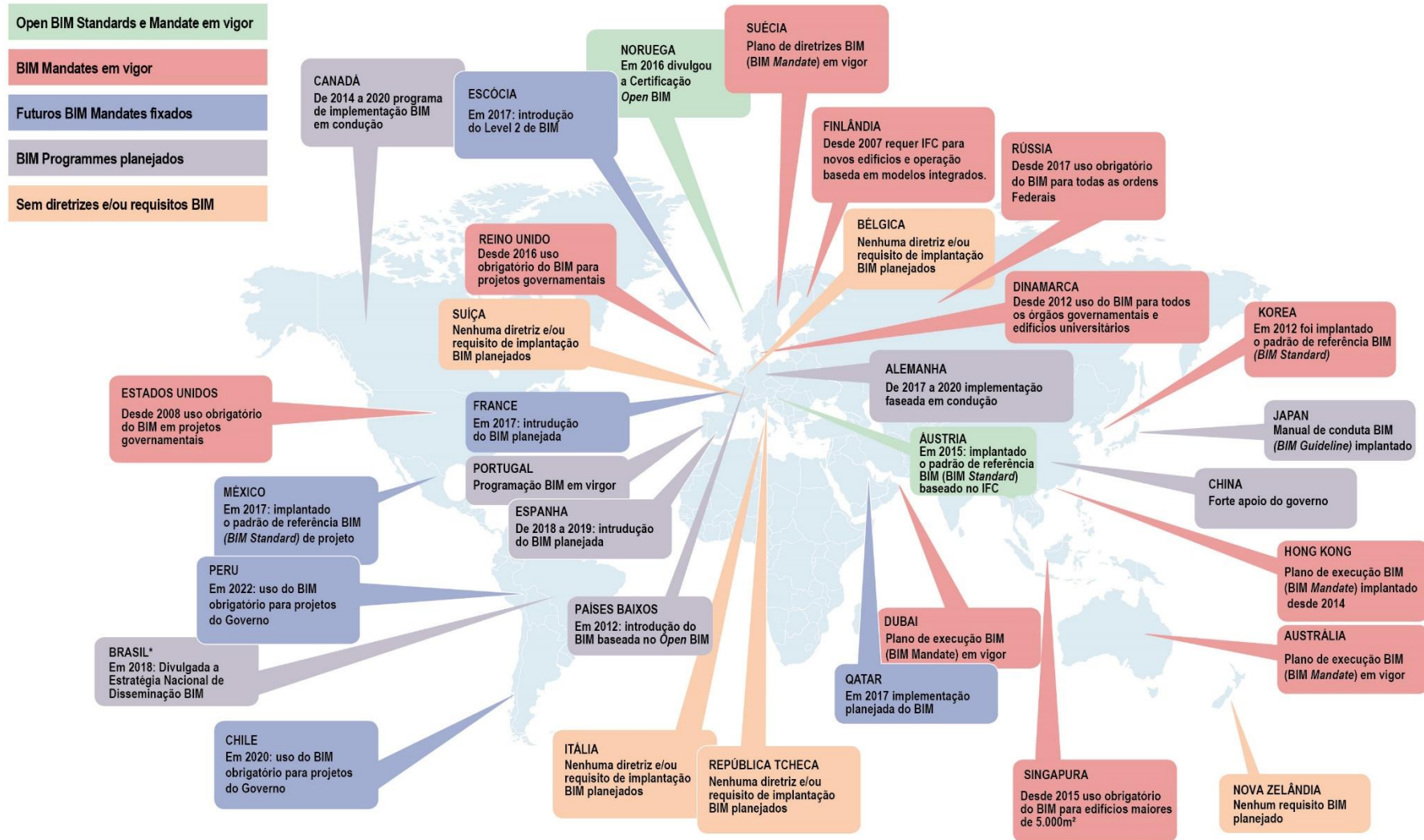
⁹ BCA- Building and Construction Authority, em português, Autoridade de Edificações e Construção, é a agência regulamentadora que fiscaliza e regulamenta do setor da construção civil de Singapura.

ou região. Tais requisitos de informações incluem o uso obrigatório de ferramentas e fluxos de trabalho de Modelagem de Informações da Construção em projetos de tamanho / valor especificado ou a entrega de Ativos Digitais especificados em uma ou mais fases do Ciclo de Vida dos Ativos. Um BIM Mandate geralmente é baseado em guias, protocolos BIM ou padrões locais e internacionais publicados. A aplicação pode ser por meio de uma diretiva de compras, códigos aplicáveis ou uma lei específica (BIME INITIATIVE, 2020);

- **BIM Programme:** programação, BIM Roadmap¹⁰, roteiro, agenda de implantação BIM;
- **BIM Standards:** caracteriza-se pela padronização do BIM, normas de produção e entrega de um modelo BIM, de acordo com os níveis de desenvolvimento definidos, sistemas de classificação, protocolos de nomeação ou similares;
- **Guidelines:** manuais de uso, compilação de conteúdo e guias com o objetivo de orientar indivíduos, equipes ou organizações. Os guias geralmente fornecem informações sobre um tópico complexo (por exemplo, Guia de Implementação BIM ou Guia de Entrega de Instalações) (BIME INITIATIVE, 2020);
- **OpenBIM:** é um conceito trazido pela organização internacional *BuildingSMART* que preconiza a acessibilidade, interoperabilidade e trabalho colaborativo entre todas os *softwares* que manipulam a tecnologia BIM. Em outras palavras, conceitua o modelo livre para ser aberto e lido corretamente por qualquer programa BIM, sem perda de dados, independente da extensão do arquivo (BUILDINGSMART INTERNATIONAL, 2020);

¹⁰ BIM Roadmap é um termo de língua inglesa que caracteriza o plano de ação, o roteiro de disseminação do BIM.

Figura 4 - Panorama do BIM no mundo.



* Brasil: dados alterados pela autora conforme mudanças na realidade do BIM no país posterior a data de publicação da referência.

Fonte: MCAULEY *et al.* 2016, p.6, adaptado e traduzido livremente pela autora.

O relatório de McAuley *et al.* (2016), com base nos critérios demonstrados na Figura 5, apontou, acerca dos 21 países analisados, os seguintes resultados:

- Nenhum país alcançou a classificação mais alta em todos os oito componentes;
- O Reino Unido alcançou o maior nível de maturidade no maior número de componentes (quatro de oito): Estratégias, Objetivos e Estágios; Atores Líderes; Arcabouço Regulatório; e Publicações Notáveis;
- Aprendizado e Educação na Irlanda foi classificado como superior a todos os outros países;
- A mais alta pontuação de Tecnologia e Infraestrutura foi para a Coreia do Sul e de Resultados Padronizados para a China;
- O Reino Unido exibiu a maior maturidade acumulada (soma da pontuação de maturidade em todos os oito componentes), seguido pela China, Coreia do Sul, Finlândia, Holanda, Espanha e Estados Unidos, no entanto, a classificação cumulativa mais alta do Reino Unido, de 17,7 pontos, ainda é relativamente baixa quando comparada à maior pontuação possível de 32 pontos;
- Todos os países têm lacunas (pontuação nula) em sua maturidade macro BIM. Por exemplo, o Canadá tem lacunas em quatro componentes de maturidade; A Suíça possui lacunas em cinco componentes maturidade; A Rússia tem lacunas em três componentes maturidade;
- A maioria das classificações de componentes de maturidade nos 21 países pesquisados (156 classificações de 168 no total, sendo 8 por país) são iguais ou inferiores 50%. Isso indica uma média-baixa generalizada maturidade em todo o mundo na maioria dos componentes.

Figura 5 - Critérios para avaliação do nível de maturidade BIM.

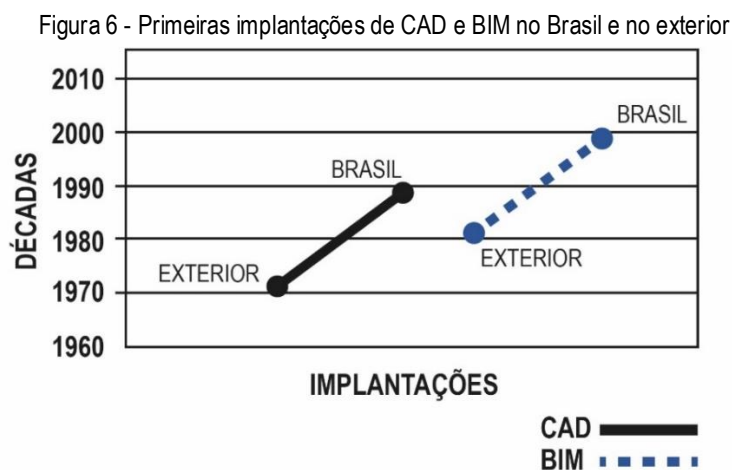


Fonte: BIME INICIATIVE, 2014 apud BRASIL, 2015, p.21.

Conclui-se então, pela pesquisa de Mcauley *et al.* (2016), que o uso do BIM ainda tem muito o que evoluir no mundo. Mesmo nações precursoras e mais adiantadas na implantação da plataforma ainda têm deficiências no nível de maturidade BIM, logo, é certo que ainda é uma tecnologia em processo de consolidação e disseminação.

4.4 O BIM NO BRASIL (ESTRATÉGIA NACIONAL DE DISSEMINAÇÃO DO BIM)

Conforme explicita a Figura 6, acerca da difusão de conceito BIM no território nacional, o Brasil apresenta diferença temporal para o exterior bem semelhante à implantação do CAD, primeira tecnologia de projeto computacional difundida em substituição ao desenho à mão feito na prancheta (MENEZES, 2011).



Fonte: MENEZES, 2011, p.168, adaptado pela autora.

Foi a partir do início dos anos 2000 que o Brasil passou a, efetivamente, fazer parte do grupo de países em fase de inicial de disseminação do conceito de Modelagem da Informação da Construção (BIM).

Em 2011, duas das revistas de grande repercussão nacional – a AU (arquitetura e urbanismo) e a *Téchne* (engenharia civil), pertencentes à Editora Pini – dedicaram edições para análise desse novo paradigma (MENEZES, 2011). Neste mesmo ano, ocorreu a primeira edição do Seminário Internacional sobre Arquitetura Digital, com o tema BIM, Sustentabilidade e Inovação, promovido pela AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura). No evento, Cristiano Ceccato, arquiteto na empresa mundialmente famosa Zaha Hadid Architects, declarou que o BIM irá se tornar obrigatório no mercado de arquitetura, assim como o CAD é hoje em dia, e tal transição CAD/ BIM, comparada com prancheta/CAD, ocorrerá de maneira mais rápida, uma vez que, quando os escritórios iniciaram o

uso do CAD bidimensional, as pessoas mal sabiam usar o computador, com máquinas lentas e interfaces ruins, ao contrário da realidade de hoje (FIGUEIROLA, 2011 apud MENEZES, 2011).

Ceccato também relatou que vê como fundamental, para a experiência brasileira, a implantação de um sistema de classificação dos itens construtivos baseado nos produtos fabricados pela indústria brasileira e na forma de organização dos projetos construtivos no Brasil, ou seja, reforçou que a oferta de modelos BIM pelas empresas fornecedoras de itens para construção civil do país é essencial para que a nova tecnologia se estabeleça (FIGUEIROLA, 2011 apud MENEZES, 2011).

Atualmente, em 2020, ainda é umas dificuldades encontradas para a consolidação do BIM no Brasil a pouca quantidade de empresas que embarcaram na iniciativa e investiram fundos na criação da biblioteca de seus produtos compatíveis com a plataforma.

Uma das fabricantes pioneiras na oferta deste serviço foi a Tigre, que desde 2011 disponibiliza para os usuários do *software* Revit o *plugins*¹¹ e famílias¹² para projetos de instalações (MENEZES, 2011).

Hoje, das grandes fornecedoras que atuam no Brasil, também podemos contar com bibliotecas BIM das empresas Deca, Celite, Docol, Duratex, Eliane, Brasilit, Armstrong, Gerdau, Hilti, Incepa, Lorenzetti, Pauluzzi, Placo, Pormade, Portobello, Sasaki e Sika. (ESTUDE AE, 2019)

Tão importante é a oferta de bibliotecas para utilização do BIM que a promoção desta iniciativa se tornou estratégia pública por meio da criação da Biblioteca Nacional BIM (BNBIM), lançada em novembro de 2018, que, hoje, conta com mais de 1.600 itens disponibilizados. Tal ação pública foi possibilitada pela estratégia BIMBR e seus principais atores, assunto abordado mais adiante neste trabalho (MUNDOGEO, 2019).

Menezes (2011), afirma que, para os escritórios de projeto, um dos grandes desafios para a transição CAD/BIM reside no alto custo dos programas, computadores (que precisam de *hardware*¹³ mais robusto), além do treinamento de pessoal (BRINGIT, 2019).

Em 2020, o preço praticado, segundo para o *software* BIM mais famoso é: Autodesk Revit por R\$10.515,00 por 12 meses assinatura renovável anualmente (AUTODESK, 2020a).

Para uma visão melhor e exemplificação de gastos envolvidos para implantação da tecnologia em um escritório por profissional AEC, exceto custos com capacitação, seguindo a intenção de escolha pelo *software* Revit¹⁴, segue o quadro abaixo:

¹¹ Plugins são ferramentas ou extensões que se encaixam a outro programa principal para adicionar mais funções e recursos a ele. (TECMUNDO, 2008)

¹² Família é o termo utilizado pelo *software* Autodesk Revit para classificar e agrupar objetos que possuem afinidades de parâmetros, geometria ou utilização. Pode ser equiparado ao termo "bloco" utilizado pelo AutoCAD.

¹³ Hardware é uma palavra de origem inglesa que designa a parte física do computador, ou seja, peças e equipamentos que fazem a máquina funcionar.

Quadro 1 - Investimento para implantação BIM estimado por profissional AEC.

| REQUISITOS | PREÇO MÉDIO | OBSERVAÇÃO / ESPECIFICAÇÃO |
|--|---------------|--|
| Software (Autodesk Revit 2021) | R\$ 28.393,00 | Assinatura da licença por 3 anos |
| COMPUTADOR (CONFIGURAÇÃO PREÇO E DESEMPENHO EQUILIBRADOS CONFORME AUTODESK, FABRICANTE DO SOFTWARE) | | |
| Sistema Operacional (Windows 10) | R\$ 1.099,00 | Licença definitiva |
| Processador de um ou múltiplos núcleos Intel®, Xeon® ou i-Series, ou equivalente AMD® com tecnologia SSE2. É recomendada a maior taxa de velocidade de CPU possível. | R\$ 1.134,99 | Processador INTEL CORE i5-9400F hexa-core 2.9ghz (4.1ghz turbo) 9mb cache lga1151 |
| 16 GB RAM | R\$ 702,30 | Memoria Team Group T-Force Delta 8gb (2x8 – total 16gb) DDR4 2666MHZ RGB |
| Monitor 1680 x 1050 com true color | R\$ 599,90 | Monitor LED 21,5 " Acer Full HD |
| Placa gráfica compatível com DirectX 11 com Shader Model 5 e, no mínimo, 4 GB de memória de vídeo. | R\$ 1.363,61 | Placa de vídeo Galax Geforce GTX 1650 ex 4GB GDDR6 1-CLICK OC 128-BIT |
| 30 GB de espaço livre em disco | R\$ 396,60 | HD Seagate Barracuda 1tb 3.5" SATA III 6GB/S |
| Download ou instalação a partir do DVD9 ou da chave USB | - | Download diretamente do site do fabricante não necessidade dispositivo de instalação |
| MS-Mouse ou dispositivo em conformidade com o 3Dconnexion® | R\$ 14,66 | - |
| .NET Framework, versão 4.8 ou posterior. | Gratuito | - |
| Microsoft Internet Explorer 10 ou superior | Gratuito | Acompanha Sistema Operacional |
| Conexão com a Internet para registro da licença e download do componente de pré-requisito | Não se aplica | Custo a depender do estado e operadora |
| ITENS DO COMPUTADOR NÃO INCLUSOS NA ESPECIFICAÇÃO DO FABRICANTE DO SOFTWARE | | |
| Gabinete para computador | R\$ 215,80 | Gabinete Gamer T-Dagger Olaf Lateral Acrílico Preto |
| Ventoinha | R\$ 28,30 | Ventoinha Tgt Hawker 1x120mm branca, hawker-white |
| Fonte | R\$ 153,40 | Fonte BR ONE 530W bivolt, UP-S530W |
| Teclado | R\$ 26,02 | Teclado Multilaser básico slim USB preto, |
| TOTAL DE INVESTIMENTOS ESTIMADO POR PROFISSIONAL AEC | | R\$ 16.234,92 |
| NOTAS: | | |
| 1. As especificações de hardware caracterizadas como “preço e desempenho equilibrados” para o <i>software</i> Autodesk Revit 2021 estão disponíveis no site do fabricante abertamente; | | |
| 2. Os valores aqui descritos foram obtidos por cotação via internet nos sites dos fabricantes e/ou revendedores; | | |
| 3. As marcas de equipamentos citadas são apenas exemplos, não podendo ser levadas em conta como especificação ideal, sabendo que foram escolhidas meramente por possuírem preços mais acessíveis no momento da pesquisa; | | |
| 4. A autora esclarece que este quadro foi criado livre de qualquer interesse profissional e pessoal, apenas a | | |

¹⁴ Não foi possível elaborar a planilha com outros *softwares* BIM reconhecidos devido a não disponibilização de preços em seus *websites* oficiais.

Fonte: elaborado pela autora com base nas referências AUTODESK, 2020; MICROSOFT, 2020; PICHAU, 2020; ZOOM, 2020.

Conforme publicado por Menezes (2011), apesar do alto custo de implantação, a adoção dessa plataforma prevê, em médio e longo prazo, o retorno do investimento. Acreditando nessa ideia, o arquiteto Luiz Augusto Contier incorporou a tecnologia da Modelagem da Informação da Construção em seu escritório em 2002, mesmo com todas as dificuldades de ser um dos precursores no país, inclusive por não ter a quem recorrer para trocar experiências na época.

Do ano de 2006 até atualmente muito se evoluiu na disseminação da plataforma. Instituições públicas nacionais de grande porte, tais como o Exército Brasileiro, Departamento Nacional de Trânsito e Infraero, já implementaram com sucesso o BIM em seus setores de projetos, obras e infraestrutura.

A seguir, na Figura 7, é possível visualizar a linha do tempo da evolução do BIM no território nacional.

Figura 7 - Linha do tempo do BIM no Brasil destacando alguns eventos significativos.



Fonte: elaborado pela autora, com base nas referências ABDI, 2019; AEC WEB, 2018; BRASIL, 2015; JUSTI, 2019; MOBILIO, 2018; PARANÁ, 2018

No 2018, por meio do Decreto Nº 9.377 (BRASIL, 2018), foi instituída a Estratégica Nacional de Disseminação do Building Information Modeling, também conhecida como Estratégia BIM BR, com os seguintes objetivos:

- I - Difundir o BIM e os seus benefícios;
- II - Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - Estimular a capacitação em BIM;
- V - Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- IX - Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

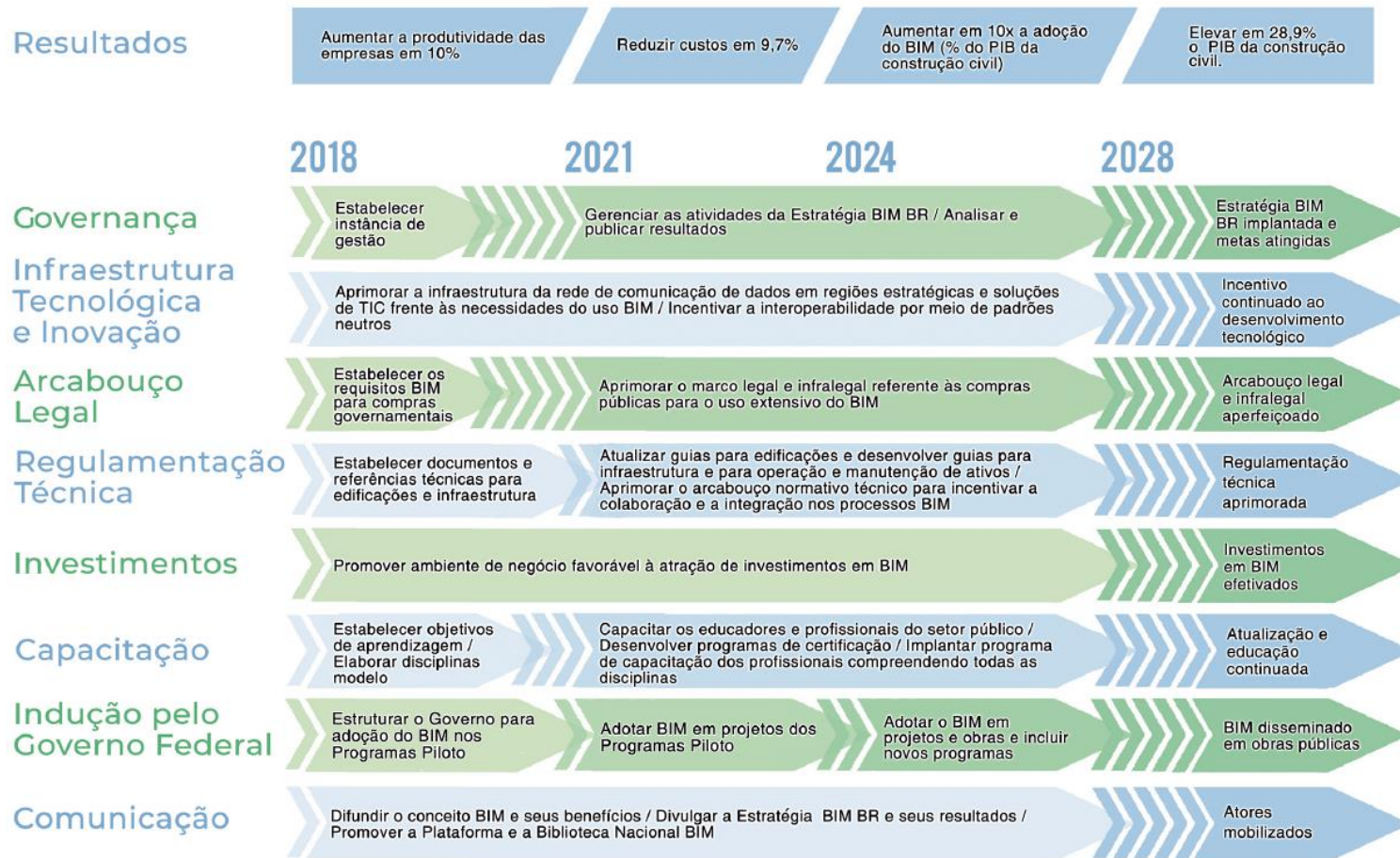
A partir da publicação desse decreto, a tecnologia BIM tem dado o que falar no país, com ênfase nas datas determinadas pelo BIM BR *Roadmap* (Figura 8), que traça o ano de 2028 como marco para atingimento das metas da Estratégia.

Conforme exposto no livreto de divulgação (BRASIL, 2018), o Governo Federal acredita que a disseminação e implantação da tecnologia BIM trará benefícios capazes de transformar o setor da construção civil. Ao efetivar essa mudança, o poder público espera os seguintes resultados:

- Assegurar ganhos de produtividade ao setor de construção civil;
- Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas;
- Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação;
- Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da construção civil;
- Reduzir prazos para conclusão de obras;
- Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
- Reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra;
- Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva;
- Estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

Figura 8 - BIM BR Roadmap.

BIM BR Roadmap



Fonte: BRASIL, 2018a, p. 27.

4.5 CONCEITOS BIM

São diversos os conceitos que configuram a metodologia de trabalho BIM e possibilitam o seu diferencial para toda e qualquer outra tecnologia de projeto.

Dentre todas as definições aplicáveis ao Building Information Modeling, pode-se dizer que parametrização e interoperabilidade, são de uso essencial ao explicar o que é o BIM.

Parametrização se refere a modelos 3D em que objetos / elementos podem ser manipulados (pelo usuário final) usando parâmetros, regras ou restrições explícitas. Isso significa dizer que tal aspecto é responsável pela vantagem da atribuição de informações quantificáveis e especificáveis aos itens do modelo, tais como, custo, modelo, marca, dentre mais possibilidades. É por meio da parametrização que podemos gerar relatórios automatizados, quantitativos, fazer simulações e obter atualizações simultâneas em um projeto BIM (BIME INICIATIVE, 2020).

Já a **interoperabilidade** é o conceito que se refere à capacidade de um sistema (informatizado ou não) de se comunicar de forma transparente (ou o mais próximo disso) com outro sistema (semelhante ou não).

No BIM, exercer a interoperabilidade significa permitir processos de projeto colaborativos, multidisciplinares, contando com compatibilidade de extensões de arquivo (.RVT, .DWG, .PLN) e diversidade de *softwares* (Revit, AutoCAD, ArchiCAD).

Para garantir tal usabilidade, uma organização internacional, chamada BuildingSMART, propôs uma extensão de arquivo livre, em formato aberto, que possibilitasse intercâmbio de modelos BIM com pouca ou nula perda de dados, a tal tipo de arquivo foi atribuído o nome de *Industry Foundation Classes* – o IFC (BIME INICIATIVE, 2020; ISO, 2018).

O **IFC** é o padrão internacional aberto para dados do Modelo de Informações da Construção, que, por meio desse tipo de extensão, podem ser trocados e compartilhados entre diversos *softwares* usados pelos vários participantes do setor da indústria de construção ou gerenciamento de instalações. O padrão inclui definições que preservam os dados necessários para o uso do arquivo ao longo do ciclo de vida do edifício, seja para projeto, construção ou gestão. Sua definição e usabilidade são regidas pela ISO 16739-1:2018 (ISO, 2018).

Pensando na utilização do modelo BIM para todas as fases de vida do edifício, estabeleceram-se, conforme ilustrado na Figura 9, as **Dimensões BIM** – atributo que define o potencial de uso, que alguns autores consideram, para o modelo BIM.

Figura 9 - Dimensões BIM.



Fonte: elaborado pela autora.

Para utilizar-se das dimensões BIM é importante levar em conta que o resultado do uso será mais acurado para níveis de desenvolvimento mais altos.

Os **Níveis de Desenvolvimento (ND)**, ou em inglês, **Level of Development (LOD)**, é um sistema de medição BIM para identificar o nível de informações da construção incluídas em um modelo durante o processo de elaboração.

Segundo o Caderno BIM do Governo Estadual do Paraná (2018), um aspecto essencial do BIM é a sua capacidade/disponibilidade de conter informações, dados, atributos do edifício e seus elementos construtivos. Essas informações são definidas em relação aos atributos geométricos e não-geométricos dos elementos, conforme explícito no Quadro 2.

Quadro 2 - Exemplos de atributos geométricos e não-geométricos dos elementos em BIM.

| ATRIBUTOS GEOMÉTRICOS |
|--|
| Tamanho |
| Volume |
| Forma |
| Densidade |
| Área |
| ATRIBUTOS NÃO-GEOMÉTRICOS |
| Dados de desempenho do produto |
| Especificações técnicas e de atendimento às normas |
| Custo |
| Cor, marca, detalhes técnicos |
| Sistema de classificação (Sinapi, Omniclass...) |

Fonte: PARANÁ, 2018, adaptado pela autora.

Quanto mais informações sobre os atributos citados contidos no modelo BIM, maior será o Nível de Desenvolvimento, conforme exemplifica a Figura 10.

Os NDs estabelecidos seguem uma escada de 0 a 500: ND 0, ND 100, ND 300, ND 350, ND 400, ND 500.

Considera-se que o ND 0 equivale ao levantamento de dados para concepção do projeto. Neste nível é estabelecido o programa de necessidades e ocorre a verificação da viabilidade do produto proposto.

O ND 100 inclui elementos 3D suficientes para os estudos preliminares e conceituais, e orientativos para o planejamento do projeto.

Já no para o ND 200, os itens construtivos já possuem definição de suas dimensões básicas, permitindo a visualização do partido arquitetônico e verificar sua viabilidade legal, técnica e econômica.

No ND 300 já é possível verificar a representação como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.

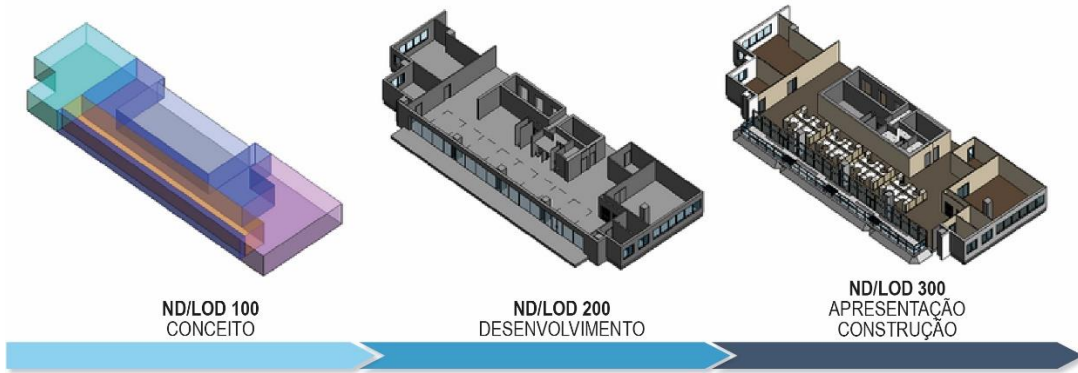
Para o ND 350 os elementos construtivos ganham características finais, com visão da construção virtual e o cruzamento das disciplinas de projeto, sendo possível entender claramente a configuração e características do edifício, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

O projeto executivo, com precisão acurada e informações completas para a execução da obra, contemplando o detalhamento de todos os itens construtivos, é elaborado por meio do ND 400. Nesta fase também é possível montar relatório de custos, prazo de execução e planejamento de obra.

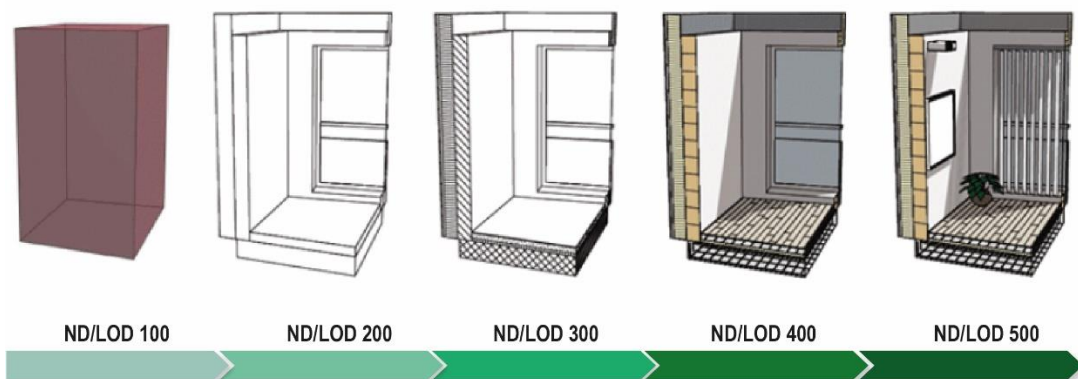
O ND 500 se caracteriza por ser o projeto “*as built*” da edificação já construída. Este tipo de modelo BIM é utilizado para gestão do edifício (SANTA CATARINA, 2015).

Figura 10 - Exemplo dos Níveis de Desenvolvimento (ND) BIM, em inglês, Level of Development (LOD)

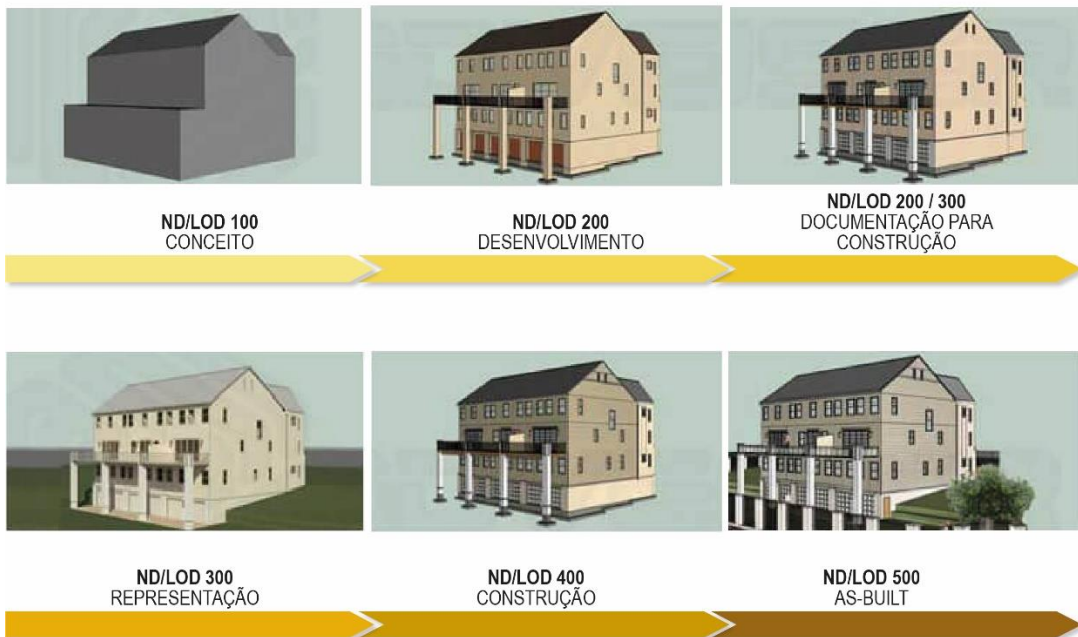
EXEMPLO 1



EXEMPLO 2



EXEMPLO 3



Fonte: elaborado pela autora, baseado em ADVENSER, 2020; CAD OUTSOURCING, 2014; FACHHOCHSCHULE POTSDAM, 2014.

Transferindo o conceito de do Nível de Detalhamento para as etapas comumente seguidas em um projeto, tem-se o seguinte quadro de equivalências.

Quadro 3 - Nível de Detalhamento (ND) equiparado às etapas comuns de projeto.

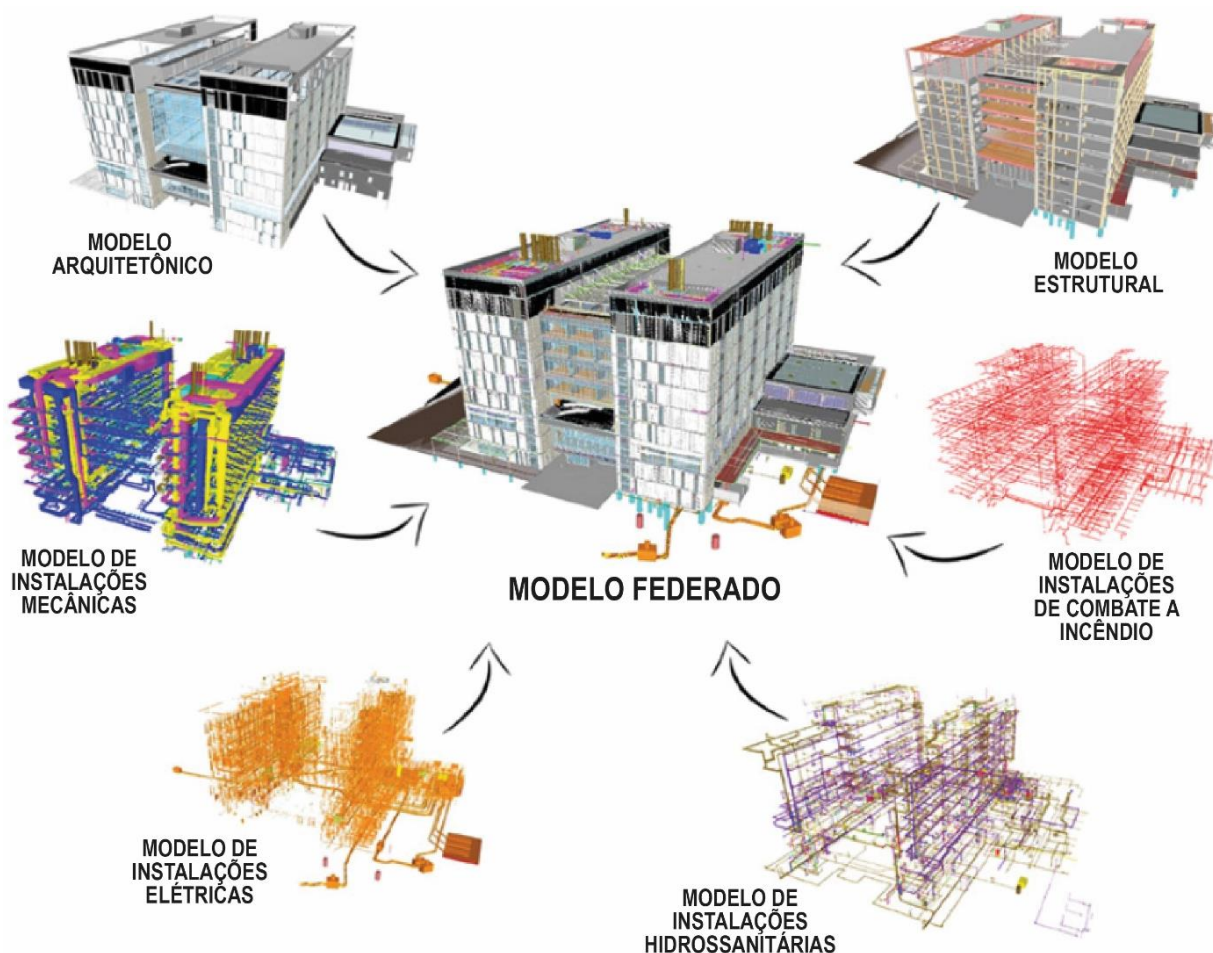
| NÍVEL DE DETALHAMENTO / LEVEL OF DEVELOPMENT | ETAPA DE PROJETO | DESCRIÇÃO DO NÍVEL DE DETALHAMENTO POR ETAPA DE PROJETO |
|---|--|---|
| ND/LOD 0 | LEVANTAMENTO DE DADOS PROGRAMA DE NECESSIDADES ESTUDO DE VIABILIDADE | Levantamento de informações, necessidades e primeiro esboço. |
| ND/LOD 100 | ESTUDO PRELIMINAR | Estudo inicial para a análise de viabilidade. Pode ser representado pelo estudo de massa geral indicando área, setores, altura, volume, localização e orientação. |
| ND/LOD 200 | ANTEPROJETO | Etapa onde se inicia a representação de elementos (pisos, paredes, fenestrações, tetos) de forma genérica. |
| ND/LOD 300 | PROJETO LEGAL | Fase de projeto onde já se pode quantificar com atributos geométricos (tamanho, volume, forma, densidade e área). |
| ND/LOD 350 | PROJETO BÁSICO | Nesta etapa já se soma a presença de atributos não-geométricos (especificações técnicas, marca, cor, desempenho...) relacionadas aos elementos construtivos do projeto, bem como já incluirá elementos de conexão com outras disciplinas. |
| ND/LOD 400 | PROJETO EXECUTIVO | Fase em que já há nível de detalhamento de execução, tornando possível produzir documentos para fabricação, instalação e montagem, com especificações e dados sobre todos os elementos de projeto de todas as disciplinas envolvidas na construção. |
| ND/LOD 500 | <i>AS BUILT</i> | Projeto da obra concluída, com todas as informações e modificações levantadas <i>in loco</i> repassadas ao projeto possibilitando suporte à gestão e manutenção do edifício. |

Fonte: a autora.

Ao unir em um só modelo BIM todas as disciplinas de projeto executadas, independente do ND/LOD nas quais foram desenvolvidas, obtém-se um Modelo Federado, conforme ilustrado pela Figura 11.

O **Modelo Federado** representa a construção virtual multidisciplinar, o arquivo de união das disciplinas construtivas.

Figura 11 - Exemplo de Modelo Federado BIM.

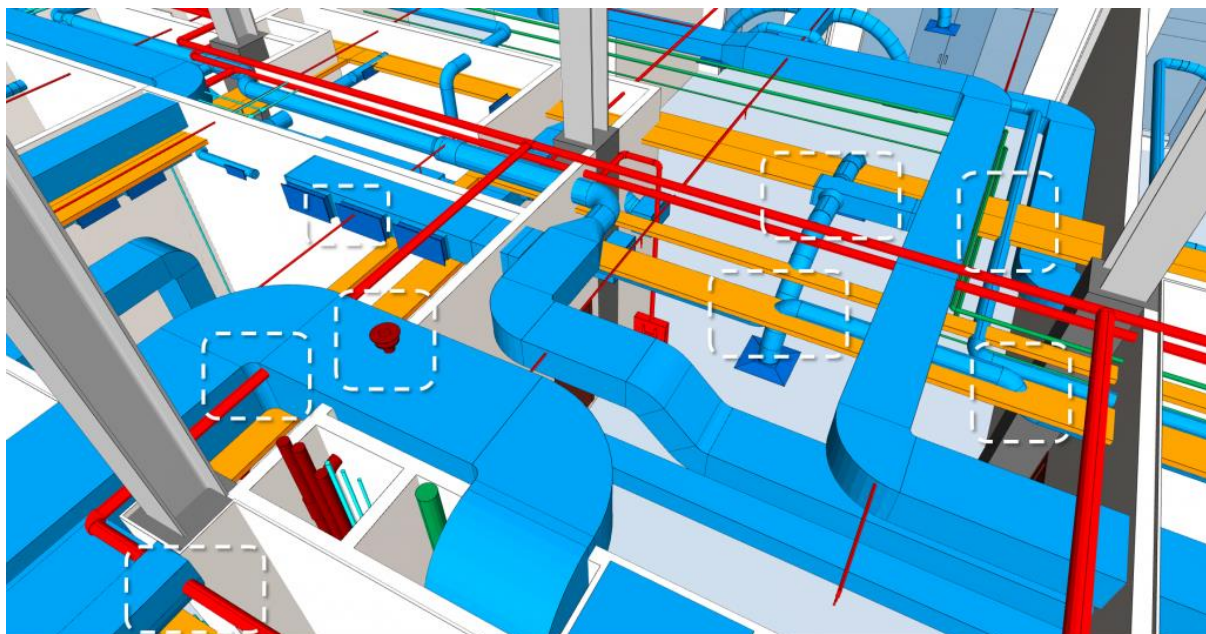


Fonte: LEITE, 2019, p.15, tradução livre pela autora.

É por meio deste modelo que é possível realizar a compatibilização da construção, por via automatizada, em um processo chamado **clash detection (detecção de conflitos)**.

Realizar compatibilização de projetos em BIM é um dos seus atributos mais comentados, tendo em vista a existência de programas que processam tal ação rapidamente e ainda geram relatórios de conflitos, bem como, mostram ao projetista, em vista 3D (Figura 12), o erro ocorrido, facilitando a correção imediata do erro.

Figura 12 - Exemplo de incompatibilidades encontradas no Modelo Federado BIM por *clash detection*.



Fonte: BEXEL CONSULTING, 2019a

Outro conceito muito difundido acerca do uso do BIM é o **Level/Nível de Maturidade** que pode ser dividido, segundo Trimble (2020) e ACCA Software (2019), nas quatro classificações que seguem listadas e esquematizadas na Figura 13:

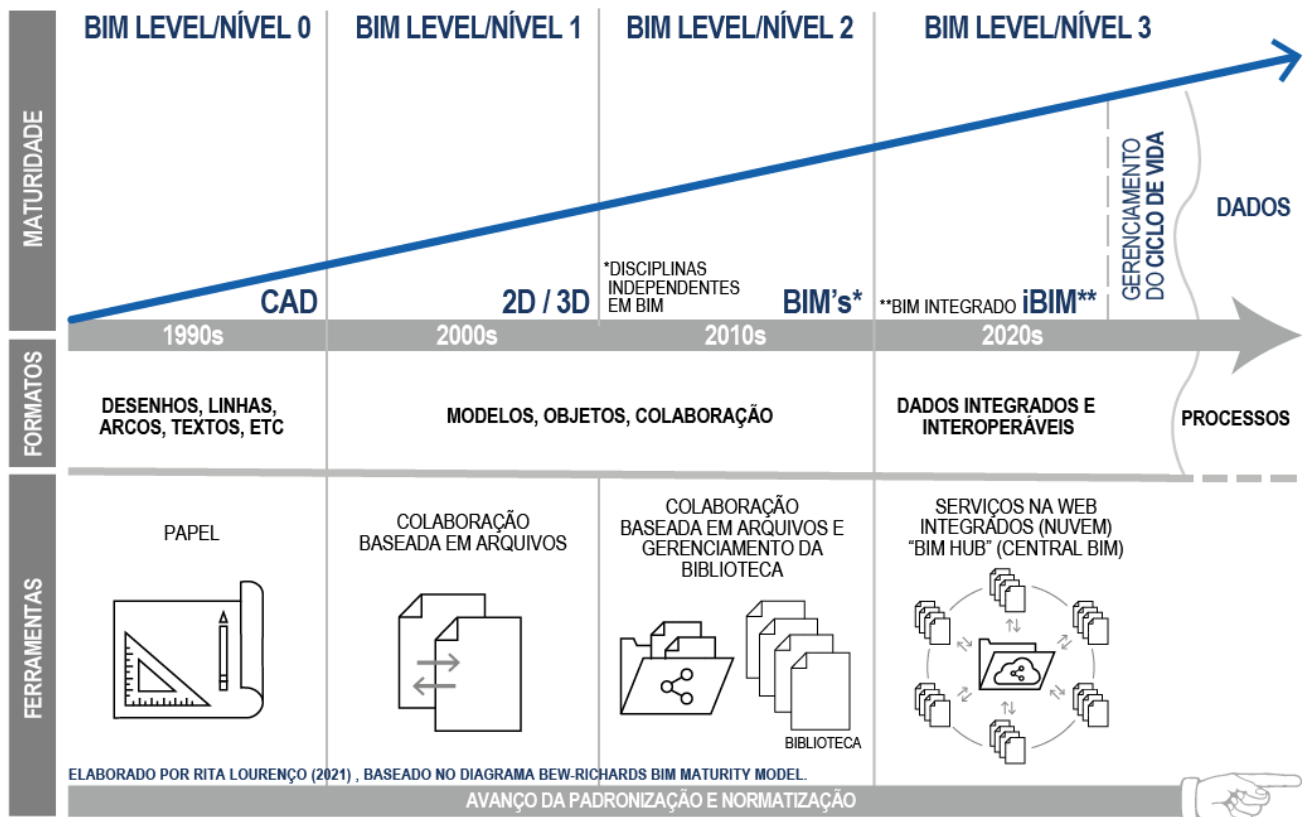
- BIM *Level 0* (nível de colaboração baixa)
Este nível se caracteriza pela produção de projetos e obras por apenas desenhos CAD 2D compostos de linhas, arcos e textos. Projeto não gerenciado com troca de informações em papel ou via eletrônica, mas sem padrões e processos comuns. Essencialmente, esta é uma prancheta de desenho digital.
- BIM *Level 1* (nível de colaboração parcial)
CAD gerenciado, com a introdução crescente de coordenação espacial, estruturas e formatos padronizados à medida que avança para o BIM Level 2. Esse nível pode incluir informações 2D e informações 3D, como visualizações ou modelos de desenvolvimento de conceito. O nível 1 pode ser descrito como '*Lonely BIM*' (BIM Solitário), pois os modelos não são compartilhados entre os membros da equipe do projeto.

- BIM Level 2 (nível de colaboração completa)

Representa-se pelo modelo 3D gerenciado com dados anexados, mas criado em arquivos separados em disciplina. Esses modelos separados são unidos para formar um modelo federado, mas não perdem sua identidade ou integridade. Os dados podem incluir sequenciamento de construção (4D) e informações de custo (5D).
- BIM Level 3 (nível de integração máximo)

Um único modelo de projeto colaborativo online com sequenciamento de construção (4D), custo (5D) e informações de ciclo de vida do projeto (6D). Isso às vezes é chamado de 'iBIM' (BIM integrado) e tem como objetivo fornecer melhores resultados de negócios.

Figura 13 - Representação gráfica da definição de Level/Nível BIM, baseado no diagrama Bew-Richards BIM Maturity Model.



Fonte: elaborado pela autora baseado no diagrama Bew-Richards BIM Maturity Model, disponível em PHIRI, 2016.

4.6 SOFTWARES BIM

Segundo Eastman *et al* (2014), é inegável que a *software* Revit, da Autodesk, seja o mais conhecido e atual líder de mercado para o uso do BIM em projetos, entretanto, seu concorrente direto Bentley Systems não deixa a desejar com a sua ampla gama de produtos relacionados para arquitetura, engenharia e construção.

A seguir, no Quadro 4, é possível conferir alguns outros *softwares* para desenvolvimentos de projetos em BIM, seus respectivos fabricantes e linhas de produção de projetos.

Quadro 4 - *Softwares* BIM para projetos.

| LOGO | SOFTWARE | FABRICANTE | DISCIPLINA PRODUÇÃO DE PROJETOS |
|---|------------------|--------------------|--|
|  | Revit | Autodesk | Arquitetura; Estrutura; Hidrossanitário; Elétrico; Mecânica; Tubulação e encanamento; E outros. |
|  | Bentley Systems | Bentley Systems | Arquitetura; Topografia; Estrutura; Hidrossanitário; Elétrico; Mecânica; Tubulação e encanamento; E outros. |
|  | ArchiCAD | Graphisoft | Arquitetura; Estrutura; Mecânica. |
|  | Digital Project | Gehry Technologies | Arquitetura; Estrutura; Mecânica. |
|  | Tekla Structures | Tekla Corp. | Aço Estrutural; Concreto Pré- Fabricado; Concreto Armado Moldado <i>in loco</i> ; Mecânica; Elétrica; Tubulação. |
|  | Qi Builder | AltoQi | Instalações; Hidrossanitário; Elétrico; Preventivo de incêndio; SPDA; Gás; Cabeamento estruturado; Alvenaria estrutural. |
|  | Eberick | AltoQi | Projetos estruturais Concreto Armado Pré-moldado |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | Alvenaria estrutural Estruturas mistas, |
|--|--|--|--|

Fonte: elaborado pela autora.

5 ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE (EAS)

5.1 CONCEITO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE (EASS)

Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASS) é a denominação dada a qualquer edificação que, independentemente do seu nível de complexidade, se destina à prestação de assistência à saúde à população, que permita acesso de pacientes, em regime de internação ou não. São exemplos de EAS's: clínicas, hospitais, laboratórios, unidades de pronto-atendimento (UPAs) e postos de saúde (unidades básicas de saúde) (BRASIL, 1994).

Zioni (2018) aponta que existem vários tipos de edifícios de saúde, com diferentes classificações, sendo o modelo mais completo e complexo o hospital geral, de acordo com a natureza da assistência.

As atividades prestadas em um edifício de saúde são diversas. Eles podem abrigar a realização de ações básicas de saúde, a prestação de atendimento à saúde em regime ambulatorial e/ou de pronto-atendimento, prestação de serviços de apoio ao diagnóstico, de apoio à terapia, de apoio técnico, contando ou não com regime de internação, bem como, podem sediar funções formação e desenvolvimento de recursos humanos e pesquisa (BRASIL, 2002; ZIONI, 2018).

As clínicas, ambulatórios, consultórios e Unidades Básicas de Saúde (UBS) são exemplos de estabelecimentos mais simples que prestam serviços de ações básicas de saúde, a prestação de atendimento à saúde em regime ambulatorial. Já os prontos-socorros, unidades de atendimento de urgência e emergência, bem como, as UPAs (Unidades de Pronto-atendimento) são exemplos de estabelecimentos que prestam serviços focados no pronto-atendimento. As unidades que contém centro-cirúrgico, hospital-dia e internação, com serviços ambulatoriais especializados de apoio ao diagnóstico e tratamento (diagnóstico por imagem, laboratorial, quimioterapia, diálise), são exemplos de locais que prestam serviços de apoio ao diagnóstico, de apoio à terapia e de apoio técnico, podendo ou não desenvolver atividades relativas à formação e desenvolvimento de recursos humanos e pesquisa (ZIONI, 2018).

Os hospitais são estabelecimentos que prestam todas as atividades supracitadas, bem como, costumam incorporar serviços educacionais, por meio de programas de estágio (internato acadêmico), pós-graduação (residências) e pesquisas científicas.

É importante salientar, que também existem edifícios que não prestam atendimento direto ao paciente, mas que são estabelecimentos assistenciais de saúde (EASS), regidos por normas

sanitárias e que, por sua vez, são também edifícios com instalações complexas, sendo este o caso de centros laboratoriais e farmacêuticos.

Edifícios institucionais de saúde, instituições de longa permanência para idosos (ILPI), casas de saúde, comunidades com assistência contínua e centros especializados em Alzheimer, serviços de atendimento móveis como ambulâncias, helicópteros, caminhões, ônibus e embarcações especializados também são considerados estabelecimentos de saúde (ZIONI, 2018).

Segundo Zioni (2018), as características dos estabelecimentos de saúde variam para além da natureza da assistência. De acordo o tipo de proprietário, cliente, tempo de permanência do paciente, restrição de acesso, localização e porte, as necessidades dos edifícios assistenciais se diferenciam e os ambientes para as determinadas funções variam – consequentemente, as características físico-espaciais da edificação também oscilam.

O primeiro passo para o planejamento do edifício de saúde é entender o seu cliente, ou seja, conhecer as características socioeconômicas e epidemiológicas, o padrão local, o perfil assistencial pretendido, o nível de complexidade, a previsão de tamanho e o papel do estabelecimento na rede de serviços de saúde. Os edifícios de saúde estão passando por muitas modificações para se manterem atualizados. A organização das tipologias deve se basear na natureza da assistência e nos tipos de serviços a serem oferecidos, buscando a qualificação e a otimização do uso do espaço e da estrutura. A organização espacial baseada nas pessoas e nas patologias tem dado resultados satisfatórios. Por esse motivo encontramos, por exemplo, centros cardiológicos, centros de tratamento da dor, centro de saúde da mulher [...]. (ZIONI, 2018, p. 14).

As primeiras edificações de cuidados da história, fundadas no século VI, data aproximada da criação dos primeiros *Hôtels-Dieu*¹⁵, não tinham muito a ver com doentes, eram basicamente instituições de assistência, alojamento e alimentação aos menos favorecidos, recorrentemente acometidos por enfermidades contagiosas, que, em especial, prestavam auxílio aos peregrinos estrangeiros, que, em latim, se traduz como *hostis*, palavra que deu origem a primeira nomenclatura desses estabelecimentos: *hospitium* (hospício, em português) que, por sua vez, significa hospedagem, evoluindo posteriormente para o que conhecemos como hospital (BACKES, 1999; FABIANI, 2020).

O que realmente faltava para que esses locais ofertassem tratamentos durante séculos a seguir, até o fim da Idade Média, era algo impossível de se contornar, pois era a ausência da própria ciência, não havia a medicina. Porém, o hóspede (paciente) ainda necessitava de assistência e, como doente, era um possível agente transmissor e propagador, portanto, era preciso separá-lo, excluí-lo do convívio geral em sociedade (BACKES, 1999).

¹⁵ Palavra que *designava* uma instituição hospitalar na França medieval. Atualmente ainda é utilizada no país para se referir ao hospital principal de uma cidade. Considera-se o *Hôtel-Dieu* de Paris como o mais antigo hospital da cidade que foi fundado em 651 pelo bispo de Paris (FABIANI, 2020).

O pessoal que trabalhava no hospital não estava destinado a curar o enfermo, mas desejava alcançar sua própria salvação – eram religiosos, que ofertavam cuidado com as feridas, preparo de chás, alimentação e lavagem de roupas.

Os primeiros hospitais a se organizarem foram os militares, introduzindo mecanismos de reordenamento do espaço até então caótico, degradante, assim como permitiu a disciplinarização do pessoal hospitalar, representado na atuação das mulheres na efetivação dos primeiros procedimentos técnicos de enfermagem (BACKES, 1999).

De forma geral, durante muito tempo, os ambientes de cura estavam associados aos templos religiosos, contudo, no século XIX, o modo de implantação e planejamento dos estabelecimentos de saúde sofreu uma revolução, com destaque para o impacto da atuação do médico francês Jacques-René Tenon e da enfermeira Florence Nightingale, que pregavam que o ambiente tinha uma participação decisiva na determinação da saúde humana, conforme famosa citação contida no prefácio no livro de Nightingale: “[...] Pode parecer um princípio estranho declarar como primeiro requisito num hospital que não deve fazer ao doente nenhum dano [...]” (NIGHTINGALE, 1863, p.III apud CARVALHO, 2014a).

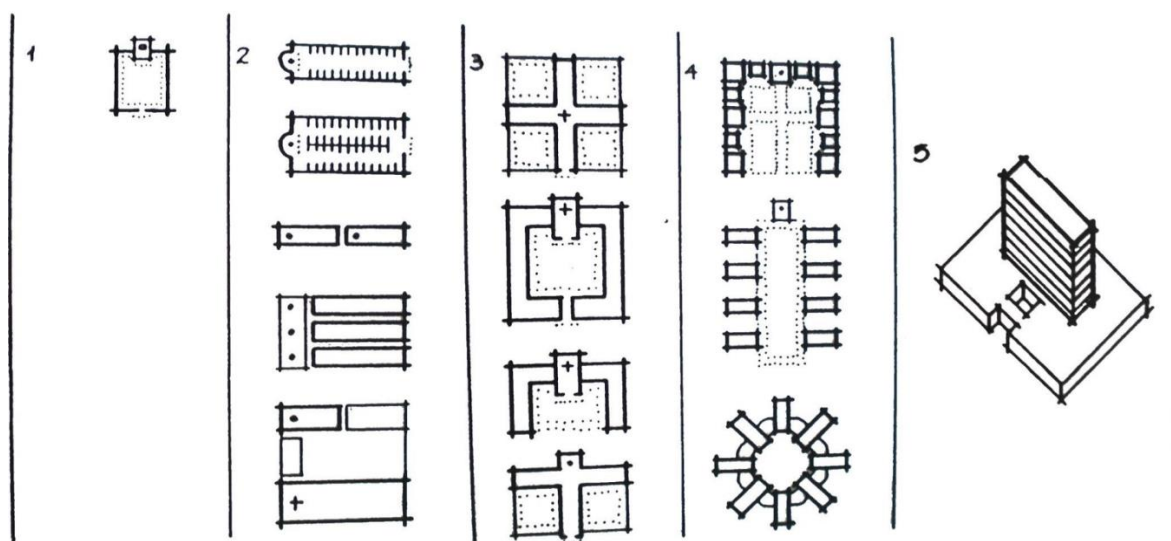
A Figura 14 apresenta um registro artístico de William Simpson de 1856 que demonstra Florence Nightingale em atuação em uma enfermaria dotada de elementos importantes que compõe sua teoria ambientalista de cuidados aos doentes: iluminação solar, limpeza e ventilação natural.

Figura 14 - Florence Nightingale no Hospital de Scutari (atual Istambul) durante a Guerra da Crimeia. Litogravura feita por William Simpson em 1856 e colorida por Edmund Walker



Em concordância com os preceitos de Nightingale, Carvalho (2014a, p.11) afirma que o espaço é parte do tratamento, pela sua especificidade, forma e funcionalidade. Portanto, isso é entender que, nas edificações de saúde, o correto desempenho das atividades pode determinar a vida ou morte de seres humanos. O autor elucida que a “doença e a busca de sua cura possuem inter-relações permeada por aspectos culturais e ideológicos que, por sua vez, levam a diferentes tipos de soluções espaciais e construtivas”.

Figura 15 - Transformação histórica das construções de saúde.



| <u>Número</u> | <u>Era</u> | <u>Tipologia construtiva</u> |
|---------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | Antiguidade | Pórtico e Templos |
| 2 | Idade Média | Nave |
| 3 | Renascença | Cruz e Claustro |
| 4 | Era Industrial | Pavilhões |
| 5 | Pré-contemporânea | Blocos |

Fonte: MIQUELIN, 1992a, p. 28, adaptado pela autora.

A Figura 15 ilustra a transformação histórica das construções de saúde conforme descrito pela legenda que a acompanha. Com o passar das eras a edificação hospitalar foi se adaptando não só de acordo com as técnicas construtivas disponíveis, mas, também, conforme a evolução das estratégias de tratamento.

A partir disso é possível entender que com o tempo, os edifícios de saúde estão sempre em evolução físicas e funcionais, sobretudo ao considerarmos os avanços nos campos de conhecimento e tecnologia da área de saúde.

Machry (2010) afirma que, durante o século XX, com o surgimento de novas técnicas de assistência à saúde e da crescente difusão dos meios de comunicação, foi iniciado um período de aceleração na construção de hospitais, que em um curto espaço de tempo após a conclusão de sua construção, necessitaram de maior flexibilidade espacial para agregar um crescente número de atividades, criadas a partir da descoberta de novas doenças, novos tratamentos, novas técnicas de diagnóstico, além do desenvolvimento da eletrônica e suas incontáveis aplicações na medicina.

Karman (2011), acerca da evolução e necessidade de adaptação dos edifícios de saúde afirma que o hospital se revela um permanente canteiro de obras à espera de conclusão:

Cada vez mais o hospital se revela um permanente canteiro de obras e instituição à espera de conclusão — alterações, inovações, avanços tecnológicos, mudanças, reformas e obras novas se sucedem; equipamentos e instalações são mais frequentemente substituídos; a vida útil dos produtos e a luta contra a obsolescência física e funcional tornam-se mais presentes —, gerando a necessidade de respostas, planejamento, ações e investimentos sempre mais ágeis. (KARMAN, 2011, p. 44).

As dificuldades enfrentadas para adaptar para adaptar as estruturas dos edifícios de saúde, face à velocidade e impacto das inovações tecnológicas dos últimos decênios, tem se tomado entrave à atribuição de funcionalidade ao ambiente hospitalar.

Atualmente, grande parte dos edifícios de saúde do Brasil da esfera pública, tanto os mais antigos, quanto os mais novos, encontram-se, com raras exceções, segundo Góes (2010), beirando o colapso, seja pela falta da manutenção devida, ou pelas ampliações desenfreadas e mal projetadas, justificadas talvez pela falta de capacitação profissionais envolvidos no projeto, manutenção e infraestrutura, conforme Miquelin (1992b) também confirma:

No Brasil não existem estatísticas confiáveis sobre idade média ou indicadores de níveis de obsolescência do estoque de edifícios ligados à saúde. Entretanto, é possível afirmar que a rede brasileira, salvo honrosas exceções, é heterogênea, mal distribuída e está em sua grande parte sucateada. (MIQUELIN, 1992b, p.17).

Espaços mal definidos, super ou subdimensionados, e instalações defasadas sem a manutenção adequada, privam todo o usuário, funcionário e paciente, da segurança necessária e conforto adequado para mantimento da saúde e práticas terapêuticas. Além disso, o mau planejamento do layout dos ambientes, utilização de acabamentos e mobiliários de baixa qualidade, sem levar em conta os riscos de contaminação cruzada, prejudicam, ao invés de contribuir, a finalidade do edifício.

Não é só necessário pensar o estabelecimento da saúde apenas para o paciente, enfermo, necessitado de cuidados, segurança e conforto, mas também pensar nas equipes de trabalhadores que lá oferecem serviços, muitas vezes exaustivos, a base de longos plantões de

atendimento, sem nenhum contato com o meio exterior, sem integração do ambiente de trabalho com a cidade, chegando a causar sentimentos de claustrofobia e confinamento, pois são raros os espaços integrados, abertos, providos de luz solar e ventilação natural.

A complexidade dos edifícios de saúde exige que o planejamento, infraestrutura e manutenção da edificação envolva uma gama de profissionais de diversas especialidades capacitados e especializados, além de uma gestão atenta, atuante e interessada na segurança e qualidade dos seus serviços assistenciais.

5.2 A COMPLEXIDADE DO EDIFÍCIO DE SAÚDE E SEU PLANEJAMENTO

Podem ser chamadas de edificações complexas aquelas que, pelo seu porte ou quantidade de variáveis envolvidas em suas funções, exigem interface de diversas especialidades (CARVALHO, 2014b).

Os edifícios de saúde compreendem uma gama de particularidades e variáveis significativas envolvidas em sua infraestrutura, oriundas de um planejamento multidisciplinar – aí reside a sua complexidade.

Na Quadro 5, apresentada por Carvalho (2014b), pode-se observar um exemplo da quantidade de especialidades envolvidas em um projeto de edificação hospitalar.

Quadro 5 - Especialidades envolvidas em um projeto de edificação hospitalar.

| ÁREAS | ESPECIALIDADES | |
|--------------------|---|---|
| Arquitetura | <ul style="list-style-type: none"> • Programação Arquitetônica • Arquitetura • Urbanismo • Decoração • Iluminação Cênica | <ul style="list-style-type: none"> • Paisagismo • Sistema Viário • Programação Visual • Conforto Ambiental • Acústica |
| Engenharia Civil | <ul style="list-style-type: none"> • Fundações • Estrutura em Concreto • Estrutura em Aço • Movimento de Terra | <ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilização • Proteção contra Incêndio e Segurança |
| Hidrossanitária | <ul style="list-style-type: none"> • Água Fria • Água Quente • Esgotamento Sanitário • Drenagem | <ul style="list-style-type: none"> • Irrigação • Tratamento de Água • Tratamento de Esgoto |
| Fluído e Mecânica | <ul style="list-style-type: none"> • Elevadores, montacargas e escadas rolantes • Vapor • GLP | <ul style="list-style-type: none"> • Vácuo • Ar comprimido • Gases Medicinais |
| Eletroeletrônica | <ul style="list-style-type: none"> • Elétrica (iluminação, força em baixa e alta tensão) • Geradores e baterias • Telefonia e comunicação • Informática (CPD, cabeamento estruturado) | <ul style="list-style-type: none"> • SPDA e Aterramento • Relógio Central • TV • Som central • Sinalização de Enfermagem |
| Engenharia Clínica | <ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos diversos (tomógrafos, ressonância, raio-X, acelerador linear, medicina nuclear, câmara hiperbárica, litotripsia...) | |
| Climatização | <ul style="list-style-type: none"> • Ar-condicionado • Exaustão • Ventilação • Piso aquecido/resfriado | |

| | | |
|-----------|--|--|
| Especiais | <ul style="list-style-type: none"> • Cozinha • Lavanderia • Laboratórios • Material estéril • Heliponto | <ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de Resíduos Sólidos • Segurança • Automação Predial |
|-----------|--|--|

Fonte: CARVALHO, 2014b, p. 35-36.

Além das disciplinas apresentadas no Quadro 5, a depender do programa das ações de saúde desenvolvidas no interior do EAS, ainda poderiam ser acrescentadas outras especialidades profissionais.

Em empreendimentos de saúde, os riscos envolvidos no desenvolvimento de seus projetos de infraestrutura não são apenas relacionados possíveis prejuízos financeiros ou funcionais, como também, à segurança do usuário e da população circunvizinha à edificação.

O pobre planejamento desses edifícios pode resultar em inúmeros exemplos de riscos ambientais, tais como, contaminação de mananciais por água servida infectada, oriunda de isolamentos, laboratórios, anatomia patológica e outros ambientes (CARVALHO, 2014a).

Carvalho (2014a) cita três características que incidem sobre o êxito do empreendimento voltado à assistência relativas ao projeto do edifício: funcionalidade, flexibilidade e expansibilidade.

Em EASs a premissa da “forma seguir a função” de faz muito mais presente do que em qualquer outro tipo de especialidade de projeto, pois a função tem a importância de um instrumental de trabalho. Já a flexibilidade e expansibilidade são aspectos diretamente relacionados com o dinamismo dos avanços tecnológicos na área da saúde – qualquer descoberta impacta diretamente em protocolos de cuidados e cura, logo, impacta no ambiente de laboro, demandando adaptação e/ou expansão dos setores de serviço (CARVALHO, Antônio Pedro Alves de, 2014b).

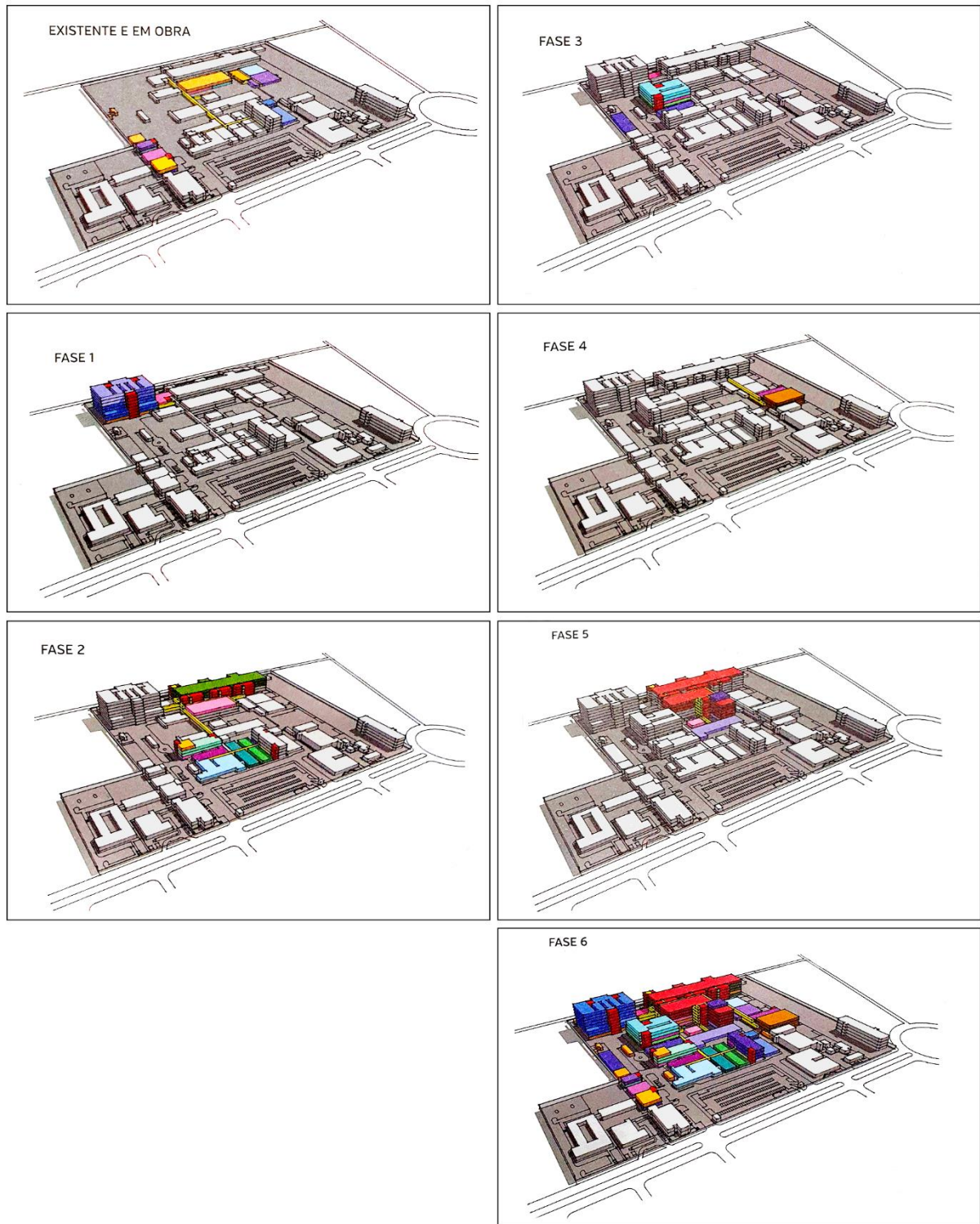
Mendes (2018) aponta, em virtude da complexidade do edifício, o plano diretor como ferramenta essencial do planejamento de edificações de saúde, atuando como uma orientação do desenvolvimento e adaptações futuras do empreendimento capaz de minimizar riscos operacionais.

O plano diretor se define por um programa de priorização e orientação a longo prazo para EASs que deve possibilitar a compreensão da iniciativa como um todo, incluindo os aspectos apontados por Miquelin (1992) apud Mendes (2018):

- Volume e forma dos edifícios (vertical, horizontal, misto, acessos externos, integração com o bairro e com a cidade, etapas previstas, etc.);
- Anatomia do hospital (fluxos, circulações, contiguidade das unidades, etc.);
- Anatomia das unidades (compartimentos, formas e áreas aproximadas, etc.);
- Layout e ralação preliminar de mobiliário e equipamentos;

- Determinação prévia das interfaces entre a arquitetura e as diversas instalações (ramais principais verticais e horizontais, modulação estrutura, etc.);
- Estimativa financeira dos custos globais e setoriais para construção, aparelhagens e operacionalização.

Figura 16 - Exemplo de plano diretor físico hospitalar: Hospital Universitário de Maringá.
Autores: MEP Arquitetura e Planejamento.



Fonte: MEP ARQUITETURA E PLANEJAMENTO, 2018, apud MENDES, 2018, p. 130-132, adaptado pela autora.

Além do plano diretor, conforme demonstrado na Figura 16, outra técnica decisiva para planejamento de edifícios de saúde é a Coordenação de Projetos de EAS.

Carvalho (2014b) afirma que tal técnica, já bastante comum em iniciativas de grande porte e indústrias, deve ser aplicada em empreendimentos de saúde para garantir o perfeito ajuste

no ideal do projeto unificado, também conhecido como engenharia simultânea, bem como, pela sua importância decisiva na qualidade final do produto e registro fiel de seus projetos atualizados e compatibilizados, evitando assim, um dos maiores desafios das equipes de manutenção hospitalar: efetuar intervenções sem o mapeamento preciso de suas instalações.

A quadro a seguir demonstra exemplos de técnicas e instrumentos da Coordenação de Projetos, apontadas por Carvalho (2014b).

Quadro 6 - Exemplos de técnicas e instrumentos de Coordenação de Projetos.

| FASES DO PROCESSO | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|---|---|
| Planejamento inicial | Estudos de viabilidade Caderno de encargos |
| Contratação de Projetistas e Assessores | Entrevistas Banco de Currículos Referências Avaliações |
| Acompanhamento de Projetos | Reuniões Cronogramas Apresentação e treinamento Página em internet Planilhas diversas (custo, pagamentos, recebimentos, etc.) Software de gerenciamento Software de representação gráfica e padrões Arquivo unificado de representações Gráfica Detalhamentos interdisciplinares |
| Acompanhamento de Obras | Fiscalização de projetos em campo Detalhamento executivo Atualização de documentos (<i>as built</i>) Manual de uso e manutenção |
| Pesquisa | Visitas programadas Referências Pré-dimensionamentos |
| Avaliações | Pós-projeto (APP) Pós-ocupação (APO) Da equipe Do empreendimento |

Fonte: CARVALHO, 2014b, p. 47.

Acerca da complexidade dos estabelecimentos assistenciais de saúde, conclui-se que: em virtude da quantidade de variáveis e multidisciplinaridade envolvidas em um empreendimento desse,

caracterizando seu nível de complexidade, o sucesso da iniciativa estrará sempre ligado aos esforços e dedicação envolvidos em seu planejamento, seja em unidades novas ou antigas. Logo, o projeto e a correta construção dos edifícios de saúde são pontos essenciais para garantia de segurança, qualidade, funcionalidade, operacionalidade, manutenção e excelência do empreendimento.

5.3 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE EAS

Araujo (2013) afirma que a complexidade que envolve o projeto de estabelecimentos assistenciais de saúde demanda profissionais especializados e com experiência na área, devido a gama significativa de fatores envolvidos no planejamento dessas edificações, sendo um verdadeiro compromisso ético com os preceitos da saúde comprometer-se em atuar nesse setor da arquitetura e engenharia.

Em consonância, Bicalho (2010), verbaliza que é comum ver alguns arquitetos e engenheiros que projetam EASs sem nunca ter passado dos corredores para dentro das unidades de um hospital.

Como [...] projetar uma unidade de nutrição parenteral, cujo projetista não sabe o que vem a ser isto ou que só tem uma vaga noção do que é isso, ou ainda, que confunde nutrição parenteral com nutrição enteral? [...] certamente o projetar um hospital é complexo e demorado. Nada comparado a de um edifício residencial ou comercial. É necessário que os projetistas tenham uma exata noção das atividades ali exercidas, pois sem este conhecimento o projeto terá falhas que podem induzir a erros médicos e a procedimentos de risco ou errados. (BICALHO, 2010, p. 27).

Considerando o exposto na citação acima, deve sempre ser levado em conta, independentemente da plataforma de projeto utilizada, que os profissionais projetistas de todo e qualquer estabelecimento assistencial de saúde devem, ao menos, ter buscado alguma capacitação específica, anteriormente ao início do atendimento da solicitação da elaboração do projeto.

Sem capacitação e experiência, o arquiteto e o engenheiro que se propuser a projetar alguma disciplina de uma edificação de saúde, não saberá nem a princípio dizer quais leis e normas deverá consultar, nem ao menos quais licenças para o projeto deverá tirar para que o estabelecimento possa funcionar e estar legalizado por alvará.

Para Carvalho (2014a), sob a consequência da baixa qualidade final do produto, o ato de projetar um EAS deve contar com métodos de equacionamento das múltiplas variáveis projetuais. Tais métodos podem ser englobados no que se intitula programação arquitetônica – um conjunto de procedimentos que precedem e preparam a síntese projetual, ou seja, um momento de análise e preparo de dados, amadurecimento de ideias e comunicação entre equipe de projeto e clientes.

Consistem em técnicas de programação arquitetônica as seguintes atividades listadas:

- Pesquisas preliminares;
- Estudo de normas;
- Entrevistas, questionários e reuniões;
- Visitas;
- Pré-dimensionamentos;
- Estabelecimento de relações funcionais;
- Identificação de áreas equivalentes e zoneamento;
- Coordenação modular,

Em consequência da programação arquitetônica, produz-se a proposição que possibilita a avaliação da edificação proposta. Logo, temos como passos da produção projetual de um EAS, as seguintes etapas, que não necessariamente seguem um fluxo linear:

- Programação;
- Proposição;
- Avaliação.

Revelando todas as outras etapas envolvidas em uma elaboração de projeto, segue a Quadro 7, apresentada por Mendes (2018), que sintetiza o modelo proposto para tal atividade segundo alguns autores e pesquisadores citados no quadro.

Quadro 7 - Processo de projeto segundo alguns pesquisadores/autores.

| PESQUISADOR/AUTOR | MODELO PROPOSTO PARA O PROCESSO DE PROJETO |
|---|--|
| MELHADO (1994) | <ul style="list-style-type: none"> • Idealização do produto; • Estudos preliminares; • Anteprojeto; • Projeto legal e projeto básico; • Projeto executivo e projeto para produção; • Planejamento e execução; • Entrega da obra. |
| <p>ABNT NBR 16636-2:2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 2: projeto arquitetônico</p> | <p>FASE 1- Atividades Preparatórias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamentos informações preliminares (LC_PRE) • Programa de Necessidades (PGN) • Estudo de viabilidade do empreendimento (EVE) • Levantamento de informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) <p>FASE 2 – Etapas de Elaboração e Desenvolvimento de Projetos Técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamento topográfico e cadastral (LV-TOP) • Programa de necessidades para arquitetura (PN-ARQ) • Estudo de viabilidade de projeto arquitetônico (EV-ARG) • Estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ) • Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ) • Estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP) • Projeto para licenciamentos (PL-ARQ) • Anteprojetos complementares (AP-COMP) • Projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ) • Projetos executivos complementares (PE-COMP) • Projeto completo de edificações (PECE) • Documentação conforme construído (<i>as built</i>) |
| SOUZA et al (1995) | <ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de dados; • Programa de necessidades; • Estudo de viabilidade; • Estudos preliminares; • Anteprojeto; • Projeto legal; • Projeto pré-executivo, projeto básico e projeto executivo; • Detalhes de execução e detalhes construtivos; • Especificações técnicas; • Coordenação e gerenciamento de projetos; • Assistência à execução; • Projeto <i>as built</i>. |
| TZORTZOPOULOS (1999) | <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento e concepção do empreendimento; • Estudo preliminar; • Anteprojeto; • Projeto legal e projeto executivo; • Acompanhamento da obra; • Acompanhamento do uso. |
| AsBEA (2000) | <p>Levantamento de dados; Estudo preliminar; Anteprojeto; Projeto legal; Projeto executivo (subdividido em pré-executivo, projeto básico, projeto de execução, detalhes de execução); caderno de especificações; compatibilização/coordenação/gerenciamento dos projetos; Assistência à execução da obra, serviços adicionais (opcional).</p> |
| RDC no. 50 / Anvisa (2002) – Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. | <p>Programa de necessidades físico-funcional (ponto de partida); Estudo Preliminar; Projeto Básico; Projeto Executivo.</p> |

Fonte: MENDES, 2018, p. 80.

Segundo Carvalho (2014b), para quaisquer dos projetos civis envolvidos em uma instituição de saúde, existem alguns princípios básicos que devem nortear o ato de projetar, e que participam da própria missão do cuidado com o ser humano.

Tais princípios, em sua maior parte, já constam em leis, guias, manuais e normas gerais de projetos e específicas para EASs.

Uma importante questão a ser encarada ao projetar um ambiente de saúde é a grande quantidade de instrumentos legais de consideração obrigatória, fornecido por instâncias fiscalizadoras governamentais federais, estaduais e municipais. É por meio da conformidade com tais leis que se pode conseguir, além das autorizações, registros e posturas inerentes às edificações em geral, a concessão de alvará sanitário para o funcionamento estabelecimento de saúde de forma legal.

5.4 LEIS E NORMAS

Desde 1977, através da Portaria 400 do Ministério da Saúde, todos os ambientes de saúde têm sido submetidos às diretrizes de projeto criadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), pelo Ministério da Saúde e outros órgãos governamentais, que visam, por meio destas normativas, tomar a edificação projetada adequadamente um auxílio no controle de infecções cruzadas e uma máquina eficiente no quesito abrigar enfermos e propiciar melhores condições de trabalho para os profissionais da saúde (GÓES, 2011).

O atual principal regulamento técnico brasileiro para o projeto de um EAS, elaborado pela Anvisa, é a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) de número 50, publicada em fevereiro de 2002.

A RDC n.º 50/2002 veio regulamentar o planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos de reforma, construção ou ampliação de estabelecimentos assistenciais à saúde, tanto para a esfera pública, como para a área privada. Todos os projetos de EAS deverão ser, obrigatoriamente, submetidos às diretrizes propostas nessa resolução, e só poderão entrar em funcionamento se seu projeto e edificação forem aprovados pelos avaliadores do órgão responsável de cada município (BRASIL, 2002).

O não-cumprimento das normas previstas na RDC n.º 50/02 constitui infração à legislação sanitária federal, como disposto no artigo 10, incisos II e III, da Lei n.º 6.437/77 (BRASIL, 2002).

Além das legislações oficiais, o Ministério da Saúde, as agências, as fundações, os institutos e diversas associações nacionais, muitas vezes em parceria com universidades e instituições de pesquisa, também publicam guias de projeto, sem valor de lei, porém de muita valia para o aparato de pesquisa técnica anterior à projeção dos edifícios assistenciais à saúde.

A título de organização da informação da pesquisa feita para elaboração deste trabalho, dispõe-se no Anexo I, uma lista com as principais normativas de apoio ao projeto de EAS separadas por temas.

5.5 GESTÃO DE INSTALAÇÕES (*FACILITY MANAGEMENT*) DO EAS

O termo em língua inglesa *Facility Management* (FM) – já amplamente utilizado em sua forma original, conforme confirma a própria Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019) por meio da NBR ISO 41.011: *Facility management* vocabulário – pode ser traduzido como gestão de instalações.

A função da gestão de instalações é integrar processos, propriedades e pessoas dentro do ambiente construído, com o objetivo de melhorar a qualidade do negócio principal. Logo, é possível dizer que dentro de um EAS, o *facility management* tem por missão gerir todos os sistemas de suporte à atividade principal que é assistência à saúde (ABNT, 2019).

Karman (2011), aponta que o ambiente físico se encontra intimamente vinculado ao funcional dentro de um EAS — desde o planejamento arquitetônico ao administrativo. Para o autor, a arquitetura e engenharia de saúde, manutenção, a bioengenharia, engenharia clínica, informática, organização e a administração “são meios, procedimentos e recursos que, juntamente com as atividades dos profissionais de saúde, ensejam viabilizar o objetivo comum: proteção, promoção e recuperação da saúde”. E a respeito das edificações hospitalares, ele ainda completa:

O hospital é considerado um dos empreendimentos mais complexos sob o ponto de vista arquitetônico, de engenharia, de instalações, de equipamentos, de segurança, bem como de tecnologia e de administração. Seus equipamentos, aparelhos, instalações e suprimentos são de uso contínuo e constante. Devem estar prontos, disponíveis e a postos para uso imediato, durante 24 horas por dia. Interrupções durante um procedimento ou o retardo em sua disponibilização podem levar a desfechos graves ou fatais. A manutenção de um hospital é diversificada e progressivamente mais técnica e especializada. Disso decorre que todos os setores interessados devem caminhar atrelados. A previsão e detecção precoce de falhas ou defeitos coíbem interrupções e interdições, além da mobilização desnecessária de recursos. A manutenção encontra-se intimamente relacionada à eficiência operacional, em direta dependência da vulnerabilidade de determinado equipamento, instalação ou procedimento. Sabendo-se que não existe entorno, equipamento, máquina, aparelho ou instalação que não requeira certo grau de manutenção ou não esteja sujeito a fadiga ou a limitação da vida útil, decorre que uma manutenção programada, sistemática, efetiva, responsável e vigilante são sempre importantes. Isso, sem dúvida, representa um investimento dispendioso. O mesmo, porém, é compensado pelo retorno de altos dividendos materiais e humanos. (KARMAN, 2011, p.40).

O registro do projeto atualizado – com todas as alterações já realizadas – do estabelecimento assistencial de saúde e a capacidade em acessá-los de forma facilitada são ferramentas essenciais para boa gestão e manutenção do edifício, pois darão subsídios necessários à

formulação de contratos de gestão de *facilities*, controle do parque tecnológico de equipamentos médicos e patrimônios móveis e ação de manutenção nos sistemas construtivos de fundações, estruturas, vedações, esquadrias, acabamentos, instalações elétricas, hidrossanitárias, combate a incêndio, fluido-mecânicas, rede de comunicação, rede de informática, rede de segurança, entre outras disciplinas listadas no quadro a seguir.

Quadro 8 - Lista de disciplinas que podem ser objeto de contrato de gestão de instalações (*facility management*) em um estabelecimento assistencial de saúde.

| DISCIPLINAS QUE PODEM SER OBJETO DE CONTRATO DE GESTÃO DE INSTALAÇÕES EM UM EAS |
|---|
| Ar-condicionado e sistemas de instalações mecânicas de controle do ar e temperatura |
| Caldeiras |
| Câmaras mortuárias |
| Controle e certificação da qualidade da água |
| Controle e certificação da qualidade do ar |
| Controle e certificação de salas limpas |
| Elevadores, incluindo monta-cargas, esteiras e escadas rolantes |
| Equipamentos complexos de diagnóstico |
| Equipamentos de esterilização |
| Equipamentos médicos |
| Manutenção predial |
| Obras de intervenção e reforma |
| Sistema de aquecimento |
| Sistema de armazenamento, controle e logística de insumos |
| Sistema de combate a incêndio |
| Sistema de fornecimento de gases medicinais |
| Sistema de fornecimento de óleos (diesel...) |
| Sistema de iluminação (interior e exterior) |
| Sistema de monitoramento, acesso, câmeras e segurança |
| Sistema de transporte pneumático |
| Sistemas de comunicação e rede |
| Sistemas de informática |
| Veículos |
| Patrimônio móvel |
| Sistema de energia fotovoltaica |
| Maquinário de lavanderia |
| Gestão de rouparia |
| Gestão de resíduos |
| Manutenção paisagística (jardinagem, conservação de áreas externas e limpeza de fachadas) |
| Zeladoria, limpeza geral e higienização especializada de ambientes de saúde |
| Segurança institucional |
| Sistema de fornecimento de gás GLP |

Fonte: a autora.

É necessário subtrair informações do projeto para que seja possível quantificar o objeto do contrato de gestão, considerando, a título de exemplo, que para um certame de disputa de preços entre empresas prestadoras de manutenção em elevadores é necessário fornecer, aos concorrentes, informações assertivas sobre a quantidade destes equipamentos presentes no edifício, bem como, suas características principais: marca, tamanho, data de fabricação e dentre mais especificações.

E mesmo após a contratação efetivada, toda a equipe prestadora de serviço precisará rotineiramente de informações contidas nos projetos do ambiente construído, pois para solucionar qualquer possível defeito em uma das instalações e/ou equipamentos de um EAS é necessário, antes de tudo, estudar a causa, por meio da análise das possibilidades, para saber onde intervir para resolver o problema. Por exemplo: ao detectar um vazamento de água, aparentemente limpa, que molhou todo o forro e inundou um consultório, primeiramente, há de se detectar de qual ramal localizado acima do forro tal defeito é possivelmente proveniente, com o objetivo averiguar quais registros fechar para cessar a inundação até que seja rapidamente reparado. Para saber exatamente quais tubulações de água limpa passam acima do forro do ambiente é necessário analisar as plantas do sistema hidráulico e de combate a incêndio por água, logo, ao verificar no projeto que, acima deste consultório, só há um ramal de *sprinkler*, já se sabe, então, onde deverá ser reparado.

O sucesso das pequenas ações de reparos, conforme descrito acima, bem como das ações de grande impacto na gestão e manutenção de um EAS dependem de um projeto bem pensado, da atualização constante do mesmo e da disponibilização de seus registros, porém, adicionalmente, requer um plano de manutenção e segurança efetivado, que garanta não só a possibilidade da tomada de medidas corretivas, mas, também, preventivas para todos os sistemas do edifício de saúde.

Para a criação do plano de manutenção e segurança, Karman (2011) indica a obtenção de informações e compilações acerca dos pontos organizados no quadro que segue:

Quadro 9 - Requisitos, apontados por Karman (2011), para estruturação de um programa de manutenção e segurança.

| REQUISITOS PARA ESTRUTURAÇÃO DE UM PROGRAMA DE MANUTENÇÃO E SEGURANÇA | |
|--|--|
| Cadastro do patrimônio: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Edifícios • Benfeitorias • Instalações | <ul style="list-style-type: none"> • Áreas externas • Projetos atualizados (<i>as built</i>) • Outros |
| Cadastro dos equipamentos: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nome, identificação, marca, modelo, data de aquisição; • Função; • Número de referência; • Características elétricas, eletrônicas, mecânicas e hidráulicas e outras; • Localização; • Instruções e recomendações; • Medidas de segurança; • Vida útil: tempo de uso, procedência, produção, conservação, solicitações a que se encontra submetido; | <ul style="list-style-type: none"> • Cotejo entre equipamentos instalados e equipamentos de última geração; • Avaliação conserto/substituição (equipamento existente por novo ou atualizado) em função de custo, eficiência, progresso e despesas com recursos humanos, conservação e consumo; • Aquisições — acompanhamento na especificação, fabricação e recebimento; • Etiquetagem de equipamentos, constando data de inspeção, lubrificação, substituição, responsável e outras indicações; • Outras que se fizerem necessárias. |
| Organização de um programa de manutenção e de segurança: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Definir o sistema de organização pretendido; • Detalhar o programa de manutenção, segurança, conservação, substituições e reparos; • Cadastrar o pessoal de manutenção e de segurança, número, especialidades, qualificação, treinamento; • Definir áreas de atribuição por encarregado e responsabilidades por de feitos, desarranjo, quebra, atraso, reclamação ou inadequada execução; • Definir as necessidades e o tipo de conservação e de segurança por equipamento, por instalação, departamento ou local; • Estabelecer a frequência de inspeção; • Determinar as tarefas de responsabilidade por encarregado; • Instituir controle de pessoal, trabalhos executados, tempo despendido, material empregado, equipamento instalado ou reparado; custos, controle de produção, controle de qualidade e outros; • Fornecer instruções referentes a uso, funcionamento, precauções, segurança e outros; | <ul style="list-style-type: none"> • Manter à disposição catálogos, manuais, projetos, gráficos, tabelas, diagramas e outros; • Registrar e controlar o número e a natureza de solicitações e de emergências; • Estabelecer sistema de requisições e controle, utilizando formulário, correio eletrônico, telefone, telefax, intranet, rede interna, monitoração e outros; • Proceder à contratação de serviços de terceiros; • Elaborar programação orçamentária; avaliar dispêndios; • Levantar dados estatísticos; análise e interpretação; • Elaboração de relatórios, resultados, informações e conclusões; • Proceder à retirada de equipamentos e aparelhos para vistoria, revisão, conservação, aferição, testes e reparos, mediante programação com as respectivas chefias; • Protocolar toda a retirada, saída ou devolução de materiais, aparelhos ou equipamentos; • Informar ao requisitante o recebimento de material solicitado ou aguardado, tão logo cadastrado pelo almoxarifado; • Outros. |
| Disponibilização de arquivos: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mapoteca: arquivo de projetos e desenhos, a ser mantido atualizado (<i>as built</i>) arquivos e manuais eletrônicos, programas digitais; • Arquivo de catálogos, CDs, DVDs, disquetes, sites referentes aos equipamentos e aparelhos instalados, bem como aos últimos progressos nacionais e internacionais (independentemente de interesse em sua aquisição); • Arquivo de instruções e detalhes de montagem referentes a instalação, conservação e operação de equipamentos; • Relação de aparelhos, equipamentos, ferramentas e outros com suas respectivas características; • Biblioteca técnica, reunindo livros, revistas, publicações, filmes, slides, CDs, DVDs, pen drives, iPods, | <ul style="list-style-type: none"> • Normas, rotinas e instruções de uso de equipamentos; • Cadastro de fabricantes, fornecedores, empresas de manutenção, de consertos, mão de obra especializada e outros; • Cadastro de hospitais que mantêm serviços de manutenção e segurança eficientes (chefia, endereço e outros) para intercâmbio e contatos; • Cadastro de cursos de formação, atualização e aperfeiçoamento em manutenção, bioengenharia, engenharia clínica, segurança, prevenção de acidentes e incêndios... • Congressos, palestras, conferências, reuniões, seminários e mesas-redondas ligados à especialidade; inclusive de comissões de intercâmbio e |

| | |
|--|---------|
| mp3, mp4, hardwares que permitam transmissão de dados digitais, arquivos eletrônicos, videocassetes e outros diapositivos, nacionais e importados; • Cadastro de estoque de peças de reposição (mantidas em almoxarifado organizado); | estudo. |
|--|---------|

Fonte: elaborado pela autora, baseado em KARMAN, 2011.

A manutenção preventiva e gestão programada, quando bem estruturadas, atribuem segurança à continuidade operacional do EAS, por meio de controles de funcionalidade, projeção e plano de providências registrados em um cronograma físico-financeiro, prevenindo surpresas, falhas, acidentes e interrupções que causam a descontinuidade da prestação do serviço de assistência e oneram a instituição.

Para que seja possível a efetivação do plano de gestão e manutenção, faz-se necessário a presença de pessoal especializado para prestação de serviços. Tal mão-de-obra pode ser contratada por pessoal próprio (funcionários contratados do próprio EAS), terceirizados (contratos de gestão de *facilities* com empresas especializadas) ou equipe mista (funcionários internos que administram, fiscalizam e delimitam a atuação das empresas de FM contratadas).

O quadro a seguir sintetiza as principais vantagens e desvantagem na opção por manter equipe de pessoal próprio e terceirizados na gestão e manutenção hospitalar.

Quadro 10 - Vantagens e desvantagens da manutenção por pessoal próprio e por terceiros.

| VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|--|--|
| Manutenção e segurança por pessoal próprio | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade contínua de pessoal; • Familiaridade do pessoal com as edificações, instalações e equipamentos, bem como a sua flexibilidade; • Constância no relacionamento, facilitado quando se trata de pessoal com personalidade conhecida. | <ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de equipes diversificadas; • Possível falta ou ociosidade de pessoal; • Falta de especialização; • Eventual congestionamento de serviços; • Possível desvirtuamento de objetivos e verticalização (construção, fabricação e outros). |
| Manutenção e segurança por terceiros (terceirização) | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Evitar formação de equipes próprias grandes e diversificadas; • Solução em casos de acúmulo de serviços de manutenção e segurança; • Possibilidade de contar com pessoal e equipamentos especializados; • Maior eficácia e flexibilidade; • Transferência de responsabilidade. | <ul style="list-style-type: none"> • Presença de pessoal desconhecido e estranho ao hospital; • Carência de vínculos; • Possibilidade de falta de disponibilidade imediata de pessoal; • Rotatividade de pessoal; • Dispendio com treinamento e controle. |

Fonte: adaptado de KARMAN, 2011, p. 58-59.

Karman (2011), afirma que a equipe mista é preferível pelo princípio de que nenhum empreendimento de saúde deveria investir ou pretender-se empresa construtora ou fabricante de equipamentos, devendo, então, a equipe interna estabelecer os limites das atribuições da manutenção e segurança operacionais a cargo de terceiros, com o objetivo de manter como ponto focal o interesse na qualidade do desempenho da instituição em sua atividade fim.

O Relatório do Tribunal de Contas da União -Saúde, publicado em 2014, é o resultado da análise de 116 hospitais federais, estaduais e municipais em todo o Brasil. Neste documento consta que mais da metade dos gestores entrevistados (59%) destacaram que os problemas de manutenção ou estrutura predial contribuem significativamente para a indisponibilidade dos leitos hospitalares, perda da qualidade do atendimento prestado, desconforto para pacientes e acompanhantes, redução da capacidade de atendimento hospitalar ou não prestação de atendimento, ambiente propício à infecção hospitalar e aumento do tempo para atendimento da fila.

O Relatório aponta que uma das possíveis causas para os problemas detectados na estrutura física é a inexistência de contratos de *gestão de facilities* vigentes, bem como, conforme apontado pelos os gestores hospitalares, a não adequação da estrutura física, problemas nas licitações e falta de recursos financeiros para realizar as reformas necessárias, dentre mais apontamentos que seguem citados:

Gestores de 85 unidades hospitalares (73% do total) afirmaram que a estrutura física dessas unidades não era adequada ao atendimento da respectiva demanda. Aduz-se que essa inadequação foi apontada como um dos principais problemas pelos responsáveis por 50% dos hospitais. No dizer dos administradores, os principais problemas eram os seguintes:

- a) mau estado de conservação do imóvel ou estrutura antiga: prejudica a instalação de novos equipamentos. Nesse sentido, 23% dos hospitais visitados relataram a existência de equipamentos de alto custo não utilizados ou subutilizados por ausência de estrutura física adequada;
- b) projeto arquitetônico ruim ou defasado;
- c) o hospital ocupava um imóvel que foi projetado com outros fins, tais como hotéis ou unidades administrativas;
- d) problemas [...] equipamentos velhos ou quebrados;
- e) problemas nas instalações hidráulicas, elétricas ou de gás. (BRASIL,2014).

Ante tudo exposto, é possível notar que a gestão de instalações e manutenção é fator crítico para a continuidade e funcionalidade do serviço de assistência à saúde. Sem o correto emprego das estratégias de *facility management*, os EAS estão fadados ao fracasso dado pela obsolescência de seus equipamentos e sistemas de diagnóstico, terapias e suporte à vida.

Tal é a importância do assunto abordado nesse tópico que muito se tem investido em tecnologias para facilitação da gestão de estabelecimentos de saúde. Tem sido cada vez mais comum

encontrar sistemas informáticos de gestão em operação em hospitais, *softwares* capazes de armazenar dados completos, gerar relatórios, monitorar desempenho, fazer simulações e guiar a atuação da manutenção preditiva, incluindo equipamentos médicos e sistemas de instalações (WANG; BULBUL; LUCAS, 2015).

6 ESTADO DA ARTE E INTRODUÇÃO AO USO DO BIM EM EAS

O estudo do uso do BIM em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde está presente na mais conhecida publicação a respeito do *Building Information Modelling – The BIM Handbook*, em português, O Manual de BIM – desde a sua primeira edição, publicada em 2008 nos Estados Unidos da América.

Nesta primeira edição é apresentado o estudo de caso do uso do BIM para o projeto do Centro Médico Camino em Mountain View, Califórnia, Estados Unidos, que teve seu início de elaboração dado em 2003 e finalização da construção em 2007 (EASTMAN et al., 2008).

Nas outras edições norte-americanas do mesmo livro ainda há outros estudos do uso da tecnologia para edifícios de saúde que, infelizmente, ainda não tiveram a sua tradução e publicação brasileira, conforme quadro a seguir:

Quadro 11 - Estudos de caso do uso do BIM em EAS apresentados nas edições norte-americanas do livro *The BIM Handbook* (O Manual de BIM).

| ESTUDOS DE CASO DO USO DE BIM EM EAS APRESENTADOS NAS EDIÇÕES DO LIVRO <i>THE BIM HANDBOOK</i> (O MANUAL DE BIM) | | | | |
|--|-------------------|---|---|--|
| EDIÇÃO ANO | EDITORIA | AUTORES | CASOS APRESENTADOS DO USO DO BIM E EAS | CASOS TRADUZIDOS NA ÚNICA EDIÇÃO BRASILEIRA? |
| 1 Edição 2008 | John Wiley & Sons | EASTMAN, Chuck TEICHOLZ, Paul SACKS, Rafael LISTON, Kathleen | <ul style="list-style-type: none"> Centro Médico Camino em Mountain View, Califórnia, Estados Unidos. | Sim |
| 2 Edição 2011 | John Wiley & Sons | EASTMAN, Chuck TEICHOLZ, Paul SACKS, Rafael LISTON, Kathleen | <ul style="list-style-type: none"> Centro Médico Sutter (<i>Sutter Medical Center</i>) em Castro Valley, Califórnia, Estados Unidos; Hospital Geral de Maryland em Baltimore, Maryland, Estados Unidos. | Não |

| | | | | |
|------------------|----------------------|---|--|-----|
| 3 Edição 2018 | John Wiley & Sons | EASTMAN, Chuck TEICHOLZ, Paul SACKS, Rafael LEE, Ghang | <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Nacional da Criança (<i>National Children's Hospital</i>) em Dublin, Irlanda; • Hospital Saint Joseph em Denver, Estados Unidos; • Instituto Médico Howard Hughes (<i>Howard Hughes Medical Institute</i>) em Chevy Chase, Maryland, Estados Unidos. • Centro de Saúde de Neurociência dae Stanford (<i>Stanford Neuroscience Health Center</i>) em Palo Alto, Califórnia, Estados Unidos. | Não |
|------------------|----------------------|---|--|-----|

Fonte: elaborado pela autora com base nos livros EASTMAN et al., 2008, 2011, 2014; SACKS et al., 2018)

No ano de 2016 na Inglaterra, Michael Phiri publicou o primeiro livro inteiramente dedicado ao tema BIM para edifícios de saúde, sob o título “*BIM in Healthcare Infrastructure: Planning, Design and Construction*”, ainda sem tradução para a língua portuguesa.

Para Phiri (2016), o principal objetivo de usar BIM na área da saúde é desenvolver uma base de dados que pode ser usada para subsidiar o *design* baseado em evidências¹⁶.

Um banco de dados de evidências, para o autor, essencialmente vincula informações de infraestrutura e gestão com os resultados assistenciais, do paciente e da equipe, portanto, é uma ferramenta essencial para medir a qualidade e segurança no edifício de saúde, uma infraestrutura complexa que precisa de planejamento para entrega eficiente e eficaz de subsídio aos cuidados e assistência social.

O livro, ricamente ilustrado, conforme nota da editora ICE (2021), aborda os principais conceitos, benefícios e desafios para a implementação do BIM no setor da saúde, bem como:

- elenca os benefícios financeiros da adoção dos princípios BIM, conforme visto pelos participantes no processo de projeto, construção e reforma de edifícios;
- inclui mais de 50 esquemas de estudos de casos internacionais da indústria da construção civil em saúde do Reino Unido, Escandinávia, Holanda, Oriente Médio e Ásia;
- oferece uma definição concisa para BIM e destaca conceitos-chave como Maturidade BIM e o formato COBie¹⁷;

¹⁶ *Design* Baseado em Evidências, ou em inglês *Evidence-Based Design* (EBD) é uma estratégia de projetos de saúde embasada em aspectos ambientais que capazes de influenciar na melhoria da qualidade da atenção à saúde, na segurança do paciente e no controle de infecção. (OLIVEIRA, 2010).

¹⁷ COBie, *Construction Operations Building Information Exchange*, em português, livre tradução pela autora, Exportação da Informação da Operação da Construção do Edifício, é uma tabela em formato Excel com informações de todos os bens mantidos e gerenciados em um edifício capaz de ser exportado de um modelo BIM. A planilha COBie pode ser utilizada para levantamentos de *facility management*, inventários, orçamentos e outras possibilidades. (BIME INICIATIVE, 2020).

- ilustra como o uso adequado do BIM em projetos de construção de infraestrutura de saúde pode melhorar prazos e relações custo-benefício;
- fornece uma referência para melhorar a qualidade do ambiente de saúde, levando a instalações sustentáveis que têm um efeito positivo na saúde e no bem-estar do paciente e da equipe de colaboradores.

Ao expor os estudos de caso em seu livro, Phiri (2016) apresenta uma forma de análise em quadro onde se afere com “sim ou não” as evidências e competências atribuídas ao projeto de saúde pelo uso do BIM. A seguir pode ser conferida o quadro com os 11 critérios que o autor aplica para analisar os estudos de caso apresentados:

Quadro 12 - Critérios (evidências/competências) que Phiri (2016) utiliza para estudos de casos da utilização do BIM em EAS.

| ITEM | CRITÉRIO (EVIDÊNCIA/COMPETÊNCIA) UTILIZADO POR PHIRI (2016) NOS ESTUDOS DE CASOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM EM EAS |
|------|---|
| 1 | Implementação BIM exigida pelo proprietário/cliente formalmente (no contrato de construção) ou informalmente. |
| 2 | Maior velocidade de entrega e coordenação da documentação de construção, por exemplo, uma melhor e mais rápida tomada de decisão nas fases do processo de construção e operação. Redução no tempo de construção (cronograma), nas reclamações de seguros e na vulnerabilidade de infraestrutura. |
| 3 | Maior produtividade devido à acessibilidade aos dados, recuperação fácil e conveniente de informações, por exemplo, impactos positivos na gestão e operação de negócios e desenvolvimento de distintas áreas de atuação. |
| 4 | Capacidade aprimorada de comunicar-se visualmente - visualização aprimorada (visualização de múltiplas opções de projeto em tempo real (por exemplo, estruturais, processos, exteriores, plantas baixas, esquemas de iluminação e layouts de <i>design</i> de interiores), programação (cronogramas visuais), detecção de conflitos (<i>clash detection</i>) e gerenciamento de interferência. |
| 5 | Melhoria da interoperabilidade, reduzindo o desperdício devido à reentrada de dados, duplicação de funções de negócios, controle de versão de documento deficiente e informações em papel trocas. Também reduziu os pedidos de informação acerca do projeto. |
| 6 | Aumento da lucratividade, redução de custos e garantia de retorno sobre o investimento, que inclui melhor conformidade com as normativas de saúde e outras fontes de conhecimento. Conformidade de código automatizada e verificação aprimorada de atendimento à diretrizes, códigos de boas prática e normas, levando a melhoria na regularização, segurança no edifício e nos canteiros de obras. |
| 7 | Facilitou mudanças necessárias nas práticas e procedimentos do fluxo de trabalho. Por exemplo: houve a adoção bem-sucedida de cronogramas automáticos, levantamento de quantitativos facilitados e especificações tradicionais dentro da organização). |
| 8 | Integração de BIM com tecnologias de realidade virtual (por exemplo, uso de realidade aumentada, onde as informações gráficas e contextuais são sobrepostas em sistemas de construção no mundo real para produzir o efeito de "visão de raio-X", permitindo a visualização de instalações escondidas pelas paredes, teto ou mesmo no subsolo). Substituiu as caras e estáticas e cara maquetes físicas por cerca de 10% do custo, com resultados superiores. Os modelos BIM de construção mostram descrições de um projeto. |

| | |
|----|---|
| 9 | Configuração, coordenação e extração aprimorada de dados no COBie (<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>) permitindo que as informações sejam obtidas do modelo BIM para uso em <i>software</i> de gerenciamento de instalações. |
| 10 | BIM facilitado em movimento (ou seja, equipes multidisciplinares em vários locais colaborando em um modelo e se beneficiando de ferramentas móveis (<i>tablets</i> e <i>smartphones</i>), redes de dados mais rápidas e uso de computação em nuvem). Melhorada capacidade de modificar, navegar e exibir o modelo e compartilhamento de dados a pronta entrega com clientes. Comunicação instantânea entre as equipes de projeto, construção e fabricação em campo por meio do modelo BIM na nuvem. |
| 11 | BIM como ferramenta de treinamento para segurança e operações, bem como, como ferramenta de vendas para a prototipagem e implementação de produtos ou equipamentos médicos críticos. Ferramenta BIM que promove a educação dos participantes sobre as melhores práticas clínicas atualizadas ou engajá-los em estratégias de <i>design</i> baseado em evidências. |

Fonte: PHIRI, 2016, p. 83, tradução livre da autora.

A produção da pesquisa de Phiri (2016) foi motivada pela instrução governamental do Reino Unido, publicada em 2016, que estabelece a *Government Construction Strategy* (Estratégia Governamental da Construção) para o quinquênio de 2016 a 2020, embasada na premissa de que o aumento da qualidade e produtividade da construção civil no poder público possibilitará a economia de £ 1,7 bilhão ao Parlamento Britânico, tendo como um dos objetivos a incorporação e aumento do uso da tecnologia digital, incluindo a modelagem BIM de Level/Nível 2 (REINO UNIDO, 2016).

O relatório da estratégia inclusive aborda sobre a obra da nova edificação do Hospital da Criança Alder Hey em Liverpool na Inglaterra inaugurada em 2015, um EAS de 270 leitos cujo custo aproximado de construção foi de £ 237 milhões e que, por meio dos benefícios atribuídos ao uso do BIM, foi um dos hospitais mais rapidamente produzidos no Reino Unido (REINO UNIDO, 2016).

Figura 17 - Foto em perspectiva superior da nova construção do Alder Hey Children's Hospital, Liverpool, Inglaterra.



Fonte: BBC, 2016.

Tal qual como foi para o Hospital da Criança Alder Hey, o governo britânico objetiva investir em BIM para melhorar a qualidade construtiva e processos de gestão dos hospitais da *NHS Foundation Trust*¹⁸, o sistema de saúde pública do Reino Unido.

Tal objetivo incentivou e ainda incentiva muitas pesquisas e avanços acerca da utilização do BIM na infraestrutura de saúde, a exemplo da notável produção de conteúdo apoiada pela iniciativa HaCIRIC (*Health and Care Infrastructure Research and Innovation Centre*, em português, Centro de Inovação e Pesquisa de Infraestrutura de Saúde e Cuidados), fundado pelo Conselho de Pesquisa de Engenharia e Ciências Físicas Britânico (EPSRC - *Engineering and Physical Sciences Research Council*), que, no período entre 2006 a 2014, deu suporte ao desenvolvimento de diversas pesquisas acerca do BIM em infraestrutura de saúde, tendo entre seus principais projetos de investigação os tópicos: Metodologia do *design* FPS - cenários futuros do *design* conceitual em saúde utilizando o BIM; e MSV5 – A implementação e uso dos processos e ferramentas do BIM no *design* e construção de dois grandes hospitais do Reino Unido (UK RESEARCH AND INOVATION, 2020).

Outra inovação efetivada, em consonância com a *Government Construction Strategy* (Estratégia Governamental da Construção) do Reino Unido, foi a implementação da plataforma ProCure22, lançada pelo *Department of Health & Social Care*¹⁹ do Parlamento Britânico.

¹⁸ NHS (*Nacional Health Service*, em português, Serviço Nacional de Saúde) é o sistema de saúde pública do Reino Unido presentes nos quatro países da união política: Inglaterra, País de Gales, Escócia e Irlanda do Norte.

Lançada de forma simplificada, em 2002, sob o nome ProCure21, a plataforma já teve grandes avanços, principalmente após o ano 2016, onde foi reconfigurada e renomeada para ProCure22. Continuamente o sistema vem sendo aprimorado e atualmente encontra-se bem estabelecido no mercado da construção civil voltada ao NHS (*National Health System*) no Reino Unido (REINO UNIDO,, 2020b).

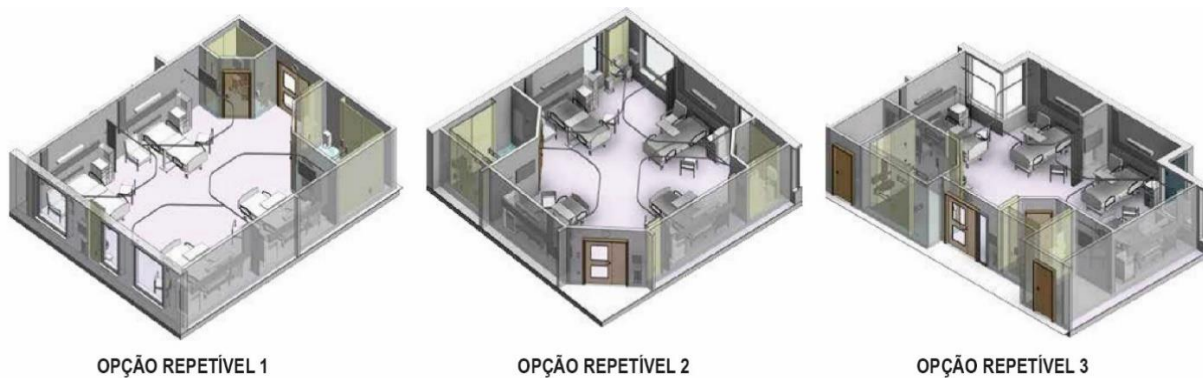
O sistema pode ser usado por qualquer organização pública ou do terceiro setor atreladas a projetos e construções de instalações de saúde e/ou assistência social após a solicitação e aceite de registro.

Segundo o site oficial (REINO UNIDO, 2020a), a ProCure22 tem o escopo de entregar esquemas de configuração e componentes construtivos para todas as etapas de projeto e construção de um EAS, incluindo valores, especificações e complexidades relacionadas aos projetos, contemplando a seguinte lista de entregas exposta no Quadro 13. A plataforma possui como principais aspectos-chave a lista que segue:

- Economia por eficiência de custos, por meio do melhor uso dos recursos financeiros disponíveis para investimento de capital no sistema de saúde pública do Reino Unido (NHS – *National Health System*);
- Implementação de *softwares* de *Building Information Modeling* (BIM) em todos os esquemas e salas repetíveis (o modelo virtual produzido em BIM pode ser observado na Figura 19);
- Desenvolvimento de produtos padronizados, projetos e salas repetíveis (como se pode observar na Figura 18 com soluções de aquisições em atacado. Compartilhamento de projetos e outras informações de *design* por meio de um banco de dados gratuito centralizado sob a licença NHS *Royalty-Free* (sem taxas);
- Por meio da colaboração com o NHS, fornecedores e membros da cadeia de suprimentos, desenvolver ainda mais esquemas de construção, salas repetíveis e componentes padronizados;
- Incluir o acesso de clientes de assistência social de acordo com a política do Departamento de Saúde do Reino Unido.

Figura 18 - Opções repetíveis para enfermarias de 4 quartos em BIM, apresentadas pela ProCure22

¹⁹ *Department of Health & Social Care*, em português Departamento de Saúde e Assistência Social (tradução livre da autora) ou Serviço Nacional de Saúde é a agência governamental do Parlamento Britânico equivalente ao Ministério da Saúde no Brasil.



Fonte: adaptado de REINO UNIDO, 2015.

Figura 19 - Tour virtual com imagem de 360 para as opções repetíveis de enfermarias de 4 quartos em BIM, apresentadas no aplicativo *Repeatable Rooms App* da ProCure22.



Fonte: REINO UNIDO, 2016a

Quadro 13 - Entregas da plataforma ProCure22 para serem utilizadas como apoio a projetos e construções de edifícios de saúde do sistema público de saúde do Reino Unido.

| RECURSO | ENTREGA | EXPLICAÇÃO |
|---------|---------|------------|
|---------|---------|------------|

| | | |
|---|--|---|
| PROJECT SHARE COMPARTILHAMENTO DE PROJETO | Repeatable Rooms Salas Repetíveis | O compartilhamento de projetos de salas repetíveis permite que os projetistas utilizem layouts e configurações de salas já elaborados (como quartos, banheiros, consultórios, enfermarias...), disponibilizados em arquivo CAD e BIM (Revit) e acompanhados de tabelas de dados e especificações (<i>Room Data Sheet e Activity Data Base</i>) – economizando tempo e custo de projeto. Todos os layouts disponibilizados estão em conformidade com as orientações contidas nas HBSs ²⁰ e HTMs ²¹ e elaborados de acordo com as premissas do <i>design</i> baseado em evidências, bem como, consultorias junto às equipes de serviço, pacientes e usuários do sistema público de saúde do Reino Unido. |
| | Schemes Esquemas | Compartilhamento de esquemas de configuração (layout e construção) de projetos existentes fornecidos por parceiros da ProCure22 (escritórios, projetistas, fornecedores...). Atualmente há 113 esquemas de projetos na plataforma cedidos por parceiros. |
| | Room Data Sheet Folha de Dados do Ambiente | A <i>Room Data Sheet</i> , em português, Folha de Dados do Ambiente, fornecem uma descrição detalhada dos acabamentos, acessórios e mobiliários, bem como requisitos de instalações (mecânicas, elétricas, hidráulicas...) que serão necessários para cada ambiente em um projeto. |
| | Activity Data Base Base de Dados da Atividade | <i>Activity Data Base</i> , em português, Base de Dados da Atividade, é um sistema britânico que foi desenvolvido para auxiliar na construção, <i>briefing</i> , <i>design</i> e alteração de ambientes e instalações de saúde. É baseado nas orientações atuais de construção de saúde do Reino Unido. |
| | Case Studies Estudos de Caso | Estudos de casos de projetos completos publicados por parceiros na plataforma ProCure22. |
| | Mock-Up Rooms Maquetes de Salas | Montagens físicas de projetos e salas repetíveis disponíveis para visitação. |
| | Virtual Reality Hospital Hospital em Realidade Virtual | Plataforma de visualização em realidade virtual de hospitais. |
| STANDARD SHARE COMPARTILHAMENTO DE PADRONIZAÇÃO | Standard Components Componentes Padronizados | Biblioteca de componentes (famílias) e montagens padronizadas para uso em <i>softwares</i> BIM. Exemplos de componentes disponíveis no Standard Share da ProCure22: <ul style="list-style-type: none"> • Janelas • Iluminação • Móveis • Biombos • Portas e ferragens • Louças e metais sanitários • Chuveiros • Bacias sanitárias • Torneiras • Banheiros • Pisos rígidos (cerâmica, madeira, porcelanato...) • Pisos flexíveis (mantas, vinílicos, carpetes...) • Forros suspensos • Guinchos de movimentação de pacientes • Painéis irradiantes de temperatura • Rodapés aquecidos • Régua de gases e instalações • Abafadores de fogo e fumaça para o sistema de ar • Pintura • Painéis para <i>shafts</i> visitáveis • Pias de escovação |
| | Guidance Papers Guias | Tubulações Chillers Unidade de tratamento de ar |

Fonte: elaborado e livremente traduzido pela autora com base em REINO UNIDO, 2020a.

²⁰ HBNs (*Health Building Notes*, em português, Notas para Edifícios de Saúde) são documentos do governo britânico que apontam boas práticas e guias para projetos e planejamento de novos ambientes de saúde ou para ampliação e adaptação deles. (REINO UNIDO, 2020).

²¹ HTMs (*Health Technical Memoranda*, em português, Memorandos Técnicos de Saúde) são documentos do governo britânico caracterizados por serem guias para projeto, instalação e operação para edifícios de saúde especializados que utilizam de engenharias complexas para suporte a assistência. (REINO UNIDO, 2020).

O acesso livre ao aplicativo (Figura 20), para consulta às salas repetíveis preconizadas pelo ProCure22, bem como, a alguns estudos de caso, se dá por meio do link: https://procure22.nhs.uk/repeatable_rooms_app/.

Figura 20 - Tela do aplicativo *Repeatable Room App* mostrando 3 opções para consultório de exames.

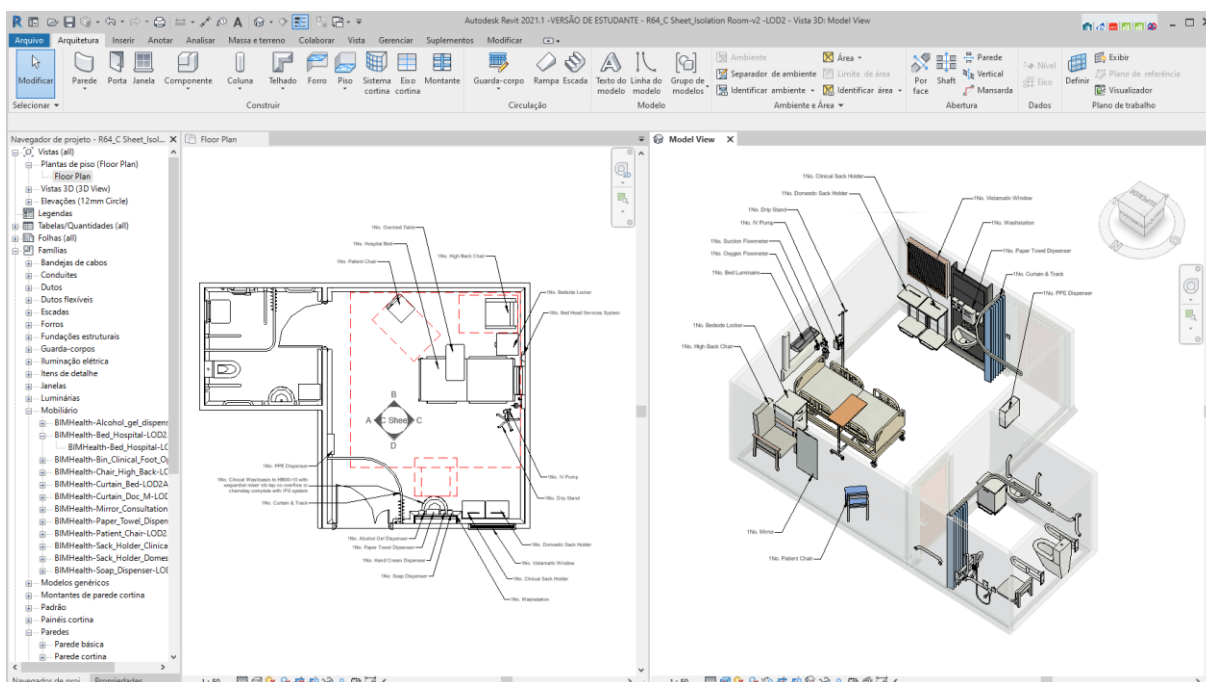


Fonte: REINO UNIDO, 2016a.

A ProCure22 estimulou outras iniciativas de oferta de produtos padronizados e componentes. Destaca-se a plataforma inglesa BIM Health que, sem que seja necessário registro de usuário e/ou possuir vínculo de produção para NHS, disponibiliza vários componentes (famílias, RFA, blocos .DWG) e mais de 70 ambientes de saúde completos modelados em BIM.

A Figura 21 apresenta um arquivo disponibilizado pela BIM Health aberto pela autora no software Revit.

Figura 21 - Exemplo de arquivo disponibilizado pela BIM Health aberto no software Autodesk Revit.



Fonte: a autora, com arquivo disponível em BIM HEALTH LTD, 2021.

Não só como no Reino Unido, como em diversos países, o tema da utilização do BIM em edifícios de saúde está em plena ascensão. Nos dias 28 e 29 de outubro de 2020 ocorreu o primeiro congresso virtual mundial com o título Hospital BIM Open organizado pela Associação Finlandesa de Engenheiros Cíveis e pela representação da Finlândia da organização internacional BuildingSMART. O congresso atraiu cerca de 200 participantes advindos de 18 países diferentes (FINNISH ASSOCIATION OF CIVIL ENGINEERS, 2020).

No Brasil, o cenário anda a passos mais lentos, porém sem deixar de produzir avanços.

Pesquisas brasileiras acerca da utilização do BIM na construção civil de forma geral vêm sendo publicadas de maneira contínua a partir da primeira década dos anos 2000.

O quadro a seguir apresenta quantitativo da produção de teses e dissertações contendo a palavra BIM (*Building Information Modelling*) em seu título nas 10 melhores universidades do país segundo o *Ranking* Universitário da Folha de São Paulo de 2019.

Quadro 14 - Produção de teses e dissertações acerca de BIM nas 10 melhores universidades do país segundo o RUF da Folha de São Paulo (2019)

| RUF 2019 | UNIVERSIDADE | PERÍODO | TESES E DISSERTAÇÕES PUBLICADAS SOBRE "BIM" NO TÍTULO | ANO DA PRIMEIRA TESE OU DISSERTAÇÃO COM "BIM" NO TÍTULO | TESE OU DISSERTAÇÃO SOBRE BIM EM EAS |
|----------------------------------|---|------------------|---|---|---|
| 1 | USP Universidade de São Paulo | 2010-2013 | 2 | 2011 | 0 |
| | | 2014-2017 | 9 | | |
| | | 2018-2020 | 13 | | |
| 2 | Unicamp Universidade Estadual de Campinas | 2010-2013 | 0 | 2014 | 0 (porém, conta com 1 artigo publicado sobre o tema em revista de produção interna) |
| | | 2014-2017 | 5 | | |
| | | 2018-2020 | 9 | | |
| 3 | UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro | 2010-2013 | 0 | 2019 | 0 |
| | | 2014-2017 | 0 | | |
| | | 2018-2020 | 1 | | |
| 4 | UFMG Universidade Federal de Minas Gerais | 2010-2013 | 0 | 2015 | 0 |
| | | 2014-2017 | 3 | | |
| | | 2018-2020 | 5 | | |
| 5 | UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul | 2010-2013 | 3 | 2012 | 2 dissertações produzidas em 2018 e 2019 (também conta com 3 resumos publicados em eventos de organização própria sobre o tema) |
| | | 2014-2017 | 3 | | |
| | | 2018-2020 | 3 | | |
| 6 | Unesp Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho | 2010-2013 | 0 | - | 0 |
| | | 2014-2017 | 0 | | |
| | | 2018-2020 | 0 | | |
| 7 | UFSC Universidade Federal de Santa Catarina | 2010-2013 | 1 | 2011 | 0 |
| | | 2014-2017 | 6 | | |
| | | 2018-2020 | 5 | | |
| 8 | UFPR Universidade Federal do Paraná | 2009-2013 | 2 | 2009 | 0 |
| | | 2014-2017 | 5 | | |
| | | 2018-2020 | 7 | | |
| 9 | UNB Universidade de Brasília | 2010-2013 | 4 | 2011 | 0 |
| | | 2014-2017 | 5 | | |
| | | 2018-2020 | 3 | | |
| 10 | UFPE Universidade Federal do Pernambuco | 2010-2013 | 0 | 2017 | 0 |
| | | 2014-2017 | 1 | | |
| | | 2018-2020 | 2 | | |
| TODAS AS 10 UNIVERSIDADES | | 2010-2013 | 12 | 2009 | 2 |
| | | 2014-2017 | 37 | | |
| | | 2018-2020 | 47 | | |
| | | TOTAL | 96 | | |

Fonte: elaborado pela autora baseado no acervo das universidades citadas disponibilizados em UFMG, 2020; UFPE, 2020; UFPR, 2020; UFRGS, 2020; UFRJ, 2020; UFSC, 2020; UNB, 2020; Unesp, 2020; Unicamp, 2020; USP, 2021 .

Destaca-se, para além das 2 produções de dissertação sobre BIM em EAS, a participação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em projeto britânico de pesquisa acerca da checagem automática de requisitos e atendimento às normas para projetos de estabelecimentos assistenciais de saúde por meio do BIM. A investigação é financiada pelo *Centre for Digital Built Britain* (Centro para a

Construção Digital Britânica) desenvolvido pela parceria do *Department for Business, Energy & Industrial Strategy* do Reino Unido com a Universidade de Cambridge (UNIVERSITY OF CAMBRIDGE, 2020; UNIVERSITY OF HUDDERSFIELD, 2020).

Importante comentar que também foi averiguada, durante a pesquisa, a existência de produções científicas sobre o tema em questão originadas de mais duas universidades que não entraram para o *ranking* da Folha de São Paulo – uma tese de 2014 sobre BIM no projeto de biotérios originada na Universidade Federal Fluminense (UFF) e uma dissertação de 2019 sobre o BIM na manutenção predial e reformas de edificações hospitalares existentes originada na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) (CARVALHO, 2019; PEREIRA, 2014).

Esta dissertação entrará para o rol das 5 primeiras pesquisas brasileiras na temática do uso da tecnologia Building Information Modelling em edifícios de saúde.

Durante o VII Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar (CBDEH), realizado em setembro de 2016, houve o curso pré-congresso intitulado “Adoção do BIM nos projetos Hospitalares”, ministrado pelo arquiteto Marcos O. Costa, caracterizando um marco da inserção do tema na área de projetos, pois o público-alvo do evento são interessados e/ou associados à Associação Brasileira Para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar (ABDEH), fundada em 1994 com o objetivo de ser uma entidade independente, aberta e multidisciplinar, constituída por profissionais e empresas do setor da saúde, que busca contribuir para a contínua evolução brasileira no campo da Edificação Hospitalar, desde sua concepção até sua operacionalização e para a valorização de sua importância para a qualidade de vida da sociedade (ABDEH, 2020).

Desde 2016 a ABDEH, por meio das suas regionais, têm promovido palestras abordando o uso do BIM para edifícios de saúde. Já o VII CBDEH, realizado em 2018, contou com palestra e inserção de artigo em anais com a temática “Avaliação pré-projeto por meio de modelos físicos e digitais de EAS”, que discorre sobre o uso do BIM como modelo digital de estabelecimentos de saúde (CAIXETA; CAMELO; FABRÍCIO, 2018).

Reconhecidas empresas brasileiras do ramo de projetos e construção civil que trabalham para a área da saúde, como Fiorentini Arquitetura, Zanettini Arquitetura, RAC Engenharia e MEP Arquitetura e Planejamento, afirmaram fazer uso da tecnologia BIM. Porém, ainda pouco se tem informações acerca das características e ferramentas da tecnologia que fazem uso, uma vez que, há a possibilidade de se aprovar o BIM em diversos níveis: é possível gerar projetos em apenas algumas disciplinas e manter o restante em plataformas CAD, bem como, pode-se criar modelos de qualquer nível de desenvolvimento (ND) que podem somente abranger somente os benefícios iniciais da utilização de *softwares* BIM (maquetes eletrônicas, modelagem paramétrica, geração de desenhos

técnicos facilitada), dentre mais aspectos que não contemplam muitas funcionalidades ao modelo digital. (FIORENTINI ARQUITETURA, 2020; MEP ARQUITETURA E PLANEJAMENTO, 2020; RAC ENGENHARIA, 2019; ZANETTINI, 2017).

Pode ser adicionado ao estado da arte do uso do BIM em EAS no Brasil a implantação em organizações do país, advindas de processos licitatórios de projeto e, também, de elaboração interna ao órgão.

A Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz), uma instituição de ciência e tecnologia em saúde vinculada ao Ministério da Saúde, tem por objetivo a produção, a disseminação e o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias voltados para o fortalecimento e consolidação do Sistema Único de Saúde (SUS), por meio da sua Coordenação-Geral de Infraestrutura dos Campi (Cogic), que é responsável pelo gerenciamento do espaço físico da instituição, atuando em todo o ciclo de vida das edificações, iniciou em 2010 o processo de capacitação de dois profissionais acerca da abordagem BIM, logo após foi executado, somente na disciplina de arquitetura, o primeiro projeto utilizando a tecnologia.

Em 2012 a instituição já possuía 4 projetos elaborados, logo, em 2014, após a capacitação de mais profissionais, ocorreu a elaboração de editais de contratação de projetos em BIM para grandes empreendimentos, a pedido da alta gestão.

Visto que dentre as atividades do Departamento de Arquitetura e Engenharia da Cogic constam tratativas de processos e procedimentos de planejamento, desenvolvimento, coordenação e controle de ações relacionadas aos projetos contratados em BIM, aferiu-se a necessidade de promover a organização e a disseminação das informações, bem como possibilitar o desenvolvimento de ações que facilitassem a gestão nos processos de trabalho. Em atendimento a esta necessidade, em 2015 foi criado o Laboratório BIM da Fiocruz – o Lab-BIM, conforme dizeres de Pereira e Correia (2019):

[..] o Lab-BIM exerce um relevante papel na organização de informações para avaliação dos modelos BIM contratados, na proposição dos *templates*, das diretrizes de modelagem (Caderno BIM) e dos planos de execução BIM para os projetos a serem desenvolvidos internamente, bem como na organização de oficinas para disseminação da tecnologia BIM. [...] ao estudar o potencial e as vantagens do BIM, os profissionais tendem a aderir melhor às mudanças propostas nos processos de trabalho, o que contribui fortemente para qualquer aprendizado. Buscou-se demonstrar que vale a pena o esforço de deixar a zona de conforto e de abandonar ferramentas ultrapassadas, que, aparentemente, promovem resultados mais rápidos. Visou-se esclarecer que a nova tecnologia traria benefícios e eficácia para todos os processos em todo o ciclo de vida da edificação, e que promoveria, assim, economia e transparência para as ações da Administração Pública. (PEREIRA; CORREIA, 2019, p. 5).

A Figura 22 representa o nível de complexidade das instalações do modelo BIM do projeto Centro de Pesquisa René Rachou, também conhecido como Fiocruz Minas Gerais.

Figura 22 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou – Fiocruz Minas Gerais.



Fonte: PEREIRA; CORREIA, 2019, p.9.

O Governo de Santa Catarina, em 2014, anunciou, durante a abertura do I Seminário Estadual sobre BIM a autorização para publicações de dois editais do Governo do Estado com pré-requisito de uso da tecnologia BIM para os projetos da construção do novo Instituto de Cardiologia de Santa Catarina, em São José, e do anexo do Hospital Regional Hans Dieter Schmidt, em Joinville (BRASIL, 2014).

O projeto do Instituto de Cardiologia (IC) de Santa Catarina, elaborado pela empresa ATO9 Arquitetura de Florianópolis, venceu a categoria Contratante de Edificações do 1º Prêmio BIM da Administração Pública. A proposta concorreu com dois projetos paulistas: um da Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô) e outro da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). O troféu foi entregue pela Frente Parlamentar em Defesa da Utilização, por Órgãos Governamentais, da Tecnologia de Modelagem de Informação da Construção (BIM) na Câmara dos Deputados, em Brasília, em novembro de 2018 (BARBOSA, 2018; WILSON, 2020).

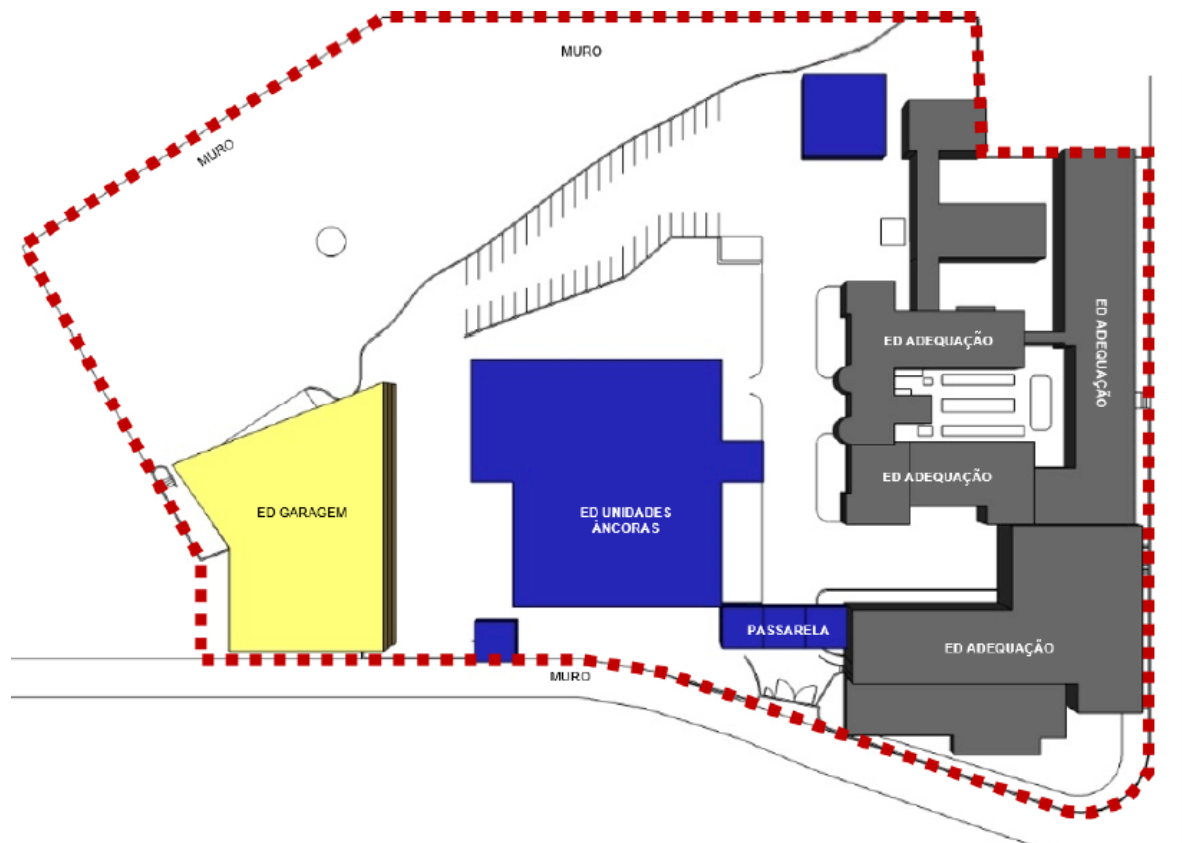
Figura 23 - Perspectiva do modelo 3D do projeto do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina de autoria de ATO9 Arquitetura.



Fonte: WILSON, 2020.

Em novembro de 2019 foi ao ar no Portal de Compras do Governo Federal (Comprasnet) o edital de tomada de preços, oriundo do Ministério da Defesa, para contratação de serviços técnicos-profissionais para estudos e elaboração de projetos de engenharia, desenvolvidos na metodologia do *Building Information Modeling*, para a construção de edifício de unidades-âncora e edifício garagem, bem como, adequação das instalações existentes no Hospital Geral de Salvador (HGeS), conforme demonstrado pela gerido pelo Exército Brasileiro (BRASIL, 2019).

Figura 24 - Croqui ilustrativo do Plano Diretor de Infraestrutura Hospitalar desenvolvido para o HGeS.



Fonte: BRASIL, 2019.

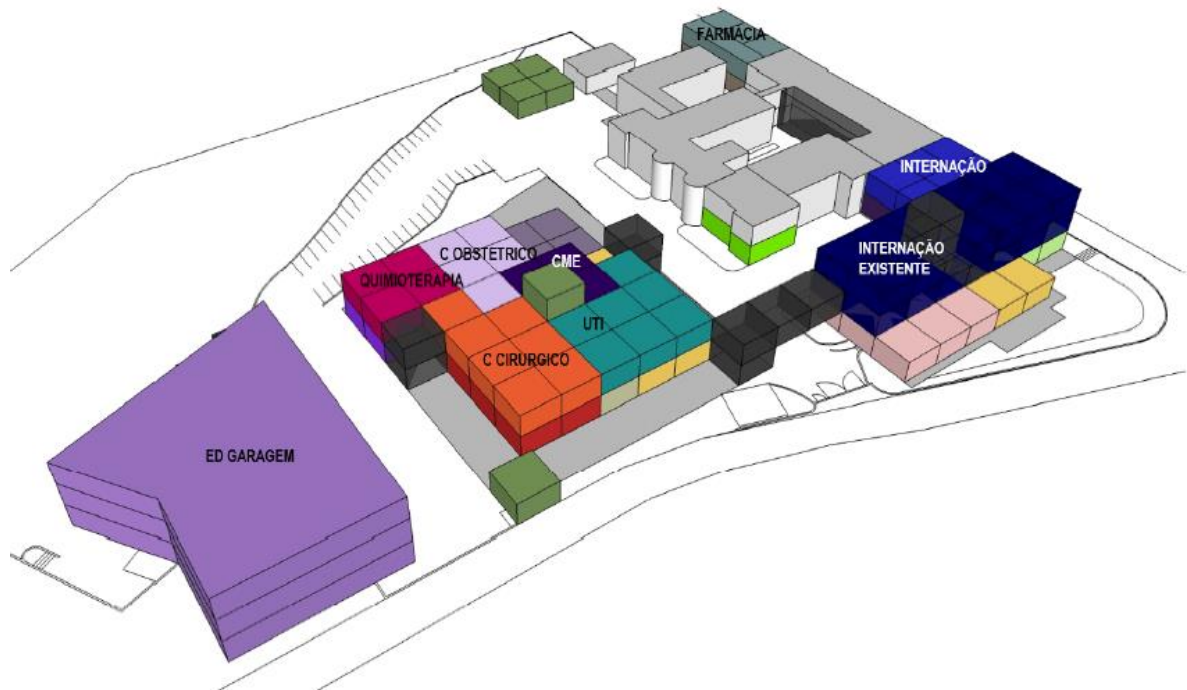
As Figuras Figura 25 e Figura 26 apresentam o programa funcional para o pavimento térreo e primeiro pavimento das estruturas novas e adequadas, escopo do Edital de Tomada de Preços 20/2019 para intervenções de projetos e obras.

Figura 25 - Zoneamento e implantação das unidades funcionais no pavimento térreo do HGeS.



Fonte: BRASIL, 2019.

Figura 26 - Zoneamento e implantação das unidades funcionais no primeiro pavimento do HGES.



Fonte: BRASIL, 2019.

No escopo do edital de projeto são contempladas etapas que abrangem desde o levantamento de dados, arquitetura, topografia, instalações e sondagens, elaboração de projetos executivos de diversas disciplinas, até orçamento descritivo detalhado da obra, incluindo o planejamento e faseamento da intervenção, totalizando um montante de R\$ 2.461.419,12 de custo para elaboração dos serviços de estudos e projetos em BIM, conforme Edital 20/2019 (BRASIL, 2019).

Ante tudo exposto, vê-se que a área da construção civil brasileira está dando seus primeiros passos rumo à disseminação do uso do BIM em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

Ainda há muito caminho a percorrer para chegar ao nível de evolução de países como Estados Unidos e Inglaterra, porém, considerando o aumento a produção acadêmica, a utilização da plataforma BIM por empresas estabelecidas no mercado e os lançamentos de editais de ampla concorrência para contratação de projetos com uso da tecnologia, é possível afirmar que o Brasil está tomando medidas para não ficar para trás nessa inovação, agindo em consonância com a Estratégia BIM BR.

Em tempo, antes de finalizar este capítulo, frente aos desafios trazidos pela pandemia de Covid-19 que assolou todo o mundo, é preciso destacar a importância da utilização do BIM para o desenvolvimento de projetos de unidades de contingência desenvolvidos em caráter emergencial para auxiliar na sobrecarga dos sistemas de saúde de diversos países.

Diante disso, destaca-se do cenário internacional o projeto do Hospital Leishenshan, construído em Wuhan, epicentro da pandemia, em inacreditáveis 12 dias graças ao uso da plataforma BIM que possibilitou, segundo Luo et al. (2020), a melhoria da assertividade das informações, o feito de análises e simulações para subsidiar decisões de projetos, a disponibilização de informações em tempo real, bem como, permitiu a pré-fabricação de muitos elementos utilizados na obra e configuração dos ambientes.

No cenário nacional, destacam-se o projeto em BIM hospital de campanha encomendado pela Fiocruz para implantação em estádios de futebol, conforme descrito por Fugazza e Oliveira (2020), e a construção do Centro Hospitalar de Combate à Pandemia de Covid-19, cujo projeto também faz uso da tecnologia, executada no Campus Manguinhos do Rio de Janeiro, pela empresa RAC Engenharia, sob o acompanhamento e gestão da Coordenação-Geral de Infraestrutura dos Campi da Fiocruz. A estrutura de Manguinhos, segundo Fiorin (2020) para o *blog* oficial da Autodesk, foi projetada e construída em 50 dias, contando com 200 leitos de tratamento intensivo.

7 CASOS DE REFERÊNCIA

Neste capítulo serão apresentados casos de referência da utilização da tecnologia BIM para edifícios de saúde.

O objetivo da exposição de casos é trazer para esta pesquisa um apanhado de exemplos de reais, descritos com informações-chave e uso de imagens, fator que corrobora no atingimento do objetivo deste trabalho em ser material de apoio à tomada de decisão da migração do modo de projetar edifícios de saúde do *Computer Aided Design (CAD)* para o *Building Information Modeling (BIM)*.

Não se visou, aqui, esgotar todas as informações disponíveis sobre cada caso de referência, nem destrinchar a totalidade características e particularidades de cada projeto/obra.

A seleção dos casos expostos seguiu os seguintes critérios de escolha em ordem de priorização:

1. Não constar em bibliografias consagradas acerca das áreas envolvidas na pesquisa: BIM e EAS;
2. Relevância do caso no cenário do local de origem ou internacional;
3. Quantidade de informações disponíveis;
4. Representatividade de diferentes nacionalidades para os casos estrangeiros;
5. Diversificação do tipo de estabelecimentos de saúde do projeto.

Em tempo, após o advento da pandemia de Covid-19, e dada relevância da atuação dos profissionais da construção civil na preparação de ambientes de contingência para o combate ao novo coronavírus, resolveu-se adicionar, aos casos de referência aqui apresentados, exemplos da contribuição da tecnologia BIM utilizada a favor da redução do tempo de ação na construção de hospitais de campanha.

Logo, deu-se a seguinte lista de casos a serem apresentados:

Quadro 15 - Casos de referência do uso do BIM em EAS apresentados neste trabalho.

| Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs) | TIPO DO EAS | CIDADE E PAIS |
|--|----------------------|---------------------------------------|
| The New Royal Adelaide Hospital | Hospital | Adelaide, Austrália |
| Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar | Hospital | Santo Domingo República Dominicana |
| Jahra Medical City | Hospital | Al Jahra, Kuwait |
| Hospital de Águas Claras | Hospital | Brasília, Distrito Federal |
| Centro de Pesquisa Boldrini | Laboratório | Campinas, São Paulo |
| Centro de Pesquisa René Rachou – Fiocruz | Laboratório | Belo Horizonte, Minas Gerais |
| Hospital Leishenshan | Hospital de Campanha | Wuhan, China |
| Centro Hospitalar de Combate à Pandemia de Covid-19 | Hospital de Campanha | Rio de Janeiro, Brasil |

Fonte: a autora.

7.1 INTERNACIONAIS

7.1.1 O novo Royal Adelaide Hospital em Adelaide na Austrália

Quadro 16 - Quadro resumo do caso do novo Royal Adelaide Hospital em Adelaide na Austrália.

| O NOVO ROYAL ADELAIDE HOSPITAL (RAH) | | |
|--|---------------------------|--|
|  | TIPO DO EAS | HOSPITAL |
| | AUTORIA DO PROJETO | SILVER THOMAS HANLEY E DESIGNINC |
| | EXECUTORES | HANSEN YUNCKEN AND LEIGHTON CONTRACTORS |
| | PAÍS | AUSTRÁLIA |
| | CIDADE | ADELAIDE |
| | ANO DO PROJETO | 2010-2011 |
| | ANO DA CONSTRUÇÃO | 2011-2017 |
| | ÁREA | ≈ 250.000 m ² |
| | CUSTO DA OBRA | USD \$1,85 BILHÕES (ORÇAMENTO PREVISTO) USD 2.3 BILHÕES GASTOS (INCLUINDO EQUIPAMENTOS) |
| | LEVEL/NÍVEL BIM: | LEVEL 3 |

| | |
|---|--|
| PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM: | <ul style="list-style-type: none">• Equipe de projetos estima 12% de economia em compatibilização (evitando retrabalho em obra);• <i>As built</i> utilizado desde a entrega da obra até hoje para subsidiar <i>facilities management</i> (FM);• Compatibilização automatizada via <i>clash detection</i>.• Visualização tridimensional e experimentação em realidade virtual do projeto sendo elaborado para dar suporte à tomada de decisões nas reuniões dos projetistas com a equipe do hospital, clientes e gestores. |
| PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM: | <ul style="list-style-type: none">• O trabalho com times virtuais causou dispersão e descontinuidade nos estágios de projeto evidenciando problemas nos processos engenharia simultânea com grandes equipes e muitas disciplinas de projeto (MIGNONE et al., 2016). |

Fonte: MILLS, 2016

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em HANSEN YUNCKEN, 2021; MIGNONE et al., 2016; MILLS, 2016; THE B1M, 2016a

O novo Royal Adelaide Hospital, unidade de saúde pertencente ao governo australiano, segundo Mills (2016), é o maior e o mais avançado edifício de saúde da Austrália e conta com 800 leitos e 40 salas cirúrgicas.

De autoria dos escritórios Silver Thomas Hanley e DesignInc, o projeto contou com a colaboração simultânea de mais de 200 profissionais para sua elaboração e, por sua grandiosidade e complexidade, teve que ter seus aproximados 250.000m² subdivididos em 19 projetos independentes

que, por sua vez, estavam unidos em um modelo federado analisados e testados em compatibilização automatizada via *clash detection* pelos gestores e coordenadores da proposta constantemente (MIGNONE et al., 2016; MILLS, 2016).

Para garantir a assertividade do projeto, mais de 450 reuniões foram realizadas entre as equipes de projetistas, staff do hospital, clientes e gestores que puderam sempre contar com a visualização em 3D e a experimentação da proposta via realidade virtual (MILLS, 2016).

Os empreiteiros de obra tiveram a sua disposição, e de suas equipes, tablets para visualização mapeada dos modelos tridimensionais do projeto, o que possibilitou, de forma inédita, a criação de um sistema de captura, gerenciamento e relatos para descrição e ilustração em tempo real dos registros de obra, facilitando e garantindo a qualidade e fidedignidade do *as built*. O escritório autor do projeto nomeou esse sistema de SPOTNIC – sigla resultante do nome *Single Point of Truth NewRAH Information Centre System*, em português Sistema Central ‘Ponto Único da Verdade’ de Informações do novo RAH (Royal Adelaide Hospital) (THE B1M, 2016a).

O SPOTNIC permitiu que o modelo BIM final do edifício pudesse ser utilizado para apoiar confiavelmente o gerenciamento das instalações e operação do hospital (*facility management*).

Implantado em um terreno de aproximadamente 13 hectares, o RAH é um dos hospitais mais verdes da Austrália, com amplo uso de luz natural e ventilação, incluindo janelas que se abrem nos quartos dos pacientes, espaços verdes integrados em toda a área irão melhorar o bem-estar da equipe, do paciente e do visitante. Esses espaços também permitirão expansão futura, se necessário. A modelagem dos novos sistemas hidráulicos e elétricos do hospital prevê uso eficiente em termos de água e energia, conquistando assim uma redução de 40% nas emissões de gás carbônico (ANCR, 2015).

Por meio do uso do BIM foi possível rodar vários testes e análises de eficiência do projeto, incluindo estudos sísmicos, solares, de ventos, cargas de resfriamento, iluminação e energia, bem como foi possível gerar o sequenciamento de construção 4D, importando dados do modelo Revit básico para fornecer fluxos de trabalho detalhados, planejamento e monitoramento do entregas de construção.

Os 128 modelos federados BIM dos setores do Royal Adelaide Hospital contabilizaram mais de 4 milhões de elementos 3D e gerou mais de 14 mil desenhos 2D (ANCR, 2015).

Figura 27 - Modelo BIM renderizado à esquerda e foto da construção à direita do novo Royal Adelaide Hospital.



Fonte: CUNDALL, 2017; SACCARDO, 2016.

Figura 28 - Modelo BIM em perspectiva à esquerda e foto real em perspectiva à direita do novo Royal Adelaide Hospital.



Fonte: SEXTON, 2017; THE B1M, 2016b.

Figura 29 - Modelo BIM da programação de obra à esquerda e foto real da obra à direita do novo Royal Adelaide Hospital.



Fonte: FORM 700, 2020; PENN, 2016.

Figura 30 - Pessoal de obra utilizando o tablet no canteiro para conferências no modelo BIM e lançamento no SPOTNIC.



Fonte: PENN, 2016.

7.1.2 Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar em Santo Domingo, República Dominicana

Quadro 17 - Quadro resumo do caso de referência Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar na República Dominicana

| CIUDAD SANITARIA LUIS EDUARDO AYBAR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------|------|----------------------|--------|---------------|-----------------------------|---------------------------|------|--------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|
|  <p>Fonte: AUTODESK, 2020a</p> | <table border="1"> <tr> <td>TIPO DO EAS</td> <td>HOSPITAL</td> </tr> <tr> <td>EXECUTORES (PROJETO E CONSTRUÇÃO)</td> <td>CONSTRUCTORA MARIAL E LEXCO</td> </tr> <tr> <td>PAÍS</td> <td>REPÚBLICA DOMINICANA</td> </tr> <tr> <td>CIDADE</td> <td>SANTO DOMINGO</td> </tr> <tr> <td>ANO DO PROJETO E CONSTRUÇÃO</td> <td>2013 - PREVISTO PARA 2021</td> </tr> <tr> <td>ÁREA</td> <td>≈ 152.000 m²</td> </tr> <tr> <td>CUSTO DA OBRA</td> <td>URD\$ 7 MILHÕES</td> </tr> <tr> <td>LEVEL/NÍVEL BIM</td> <td>LEVEL 3</td> </tr> </table> | TIPO DO EAS | HOSPITAL | EXECUTORES (PROJETO E CONSTRUÇÃO) | CONSTRUCTORA MARIAL E LEXCO | PAÍS | REPÚBLICA DOMINICANA | CIDADE | SANTO DOMINGO | ANO DO PROJETO E CONSTRUÇÃO | 2013 - PREVISTO PARA 2021 | ÁREA | ≈ 152.000 m ² | CUSTO DA OBRA | URD\$ 7 MILHÕES | LEVEL/NÍVEL BIM | LEVEL 3 |
| | TIPO DO EAS | HOSPITAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | EXECUTORES (PROJETO E CONSTRUÇÃO) | CONSTRUCTORA MARIAL E LEXCO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PAÍS | REPÚBLICA DOMINICANA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CIDADE | SANTO DOMINGO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ANO DO PROJETO E CONSTRUÇÃO | 2013 - PREVISTO PARA 2021 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁREA | ≈ 152.000 m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CUSTO DA OBRA | URD\$ 7 MILHÕES | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEVEL/NÍVEL BIM | LEVEL 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compatibilização rápida, detectando erros onerosos antecipadamente. • Possibilidade do planejamento de obra sistematizado, possibilitando pré-fabricação reduzindo em 28% o tempo necessário para trazê-los para o canteiro de obras, ajudando inclusive na redução do resíduo de obra. • Menos alterações de projetos e redução dos de incidentes surpresas pela confiabilidade do modelo 3D utilizados para aprovação, que mostram tudo, inclusive cores finais de pintura. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfrentar falta de familiaridade e capacitação dos profissionais AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) com o uso do BIM na região. | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em AUTODESK, 2020a; CARIBBEAN DIGITAL, 2016; REPÚBLICA DOMINICANA, 2020; ÚLTIMAS NOTÍCIAS, 2013.

A Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar, um hospital público, é o maior e mais moderno centro hospitalar do Caribe, também é o segundo maior hospital da América Latina e Central, contando

com 12 edifícios, um hospital materno-infantil, um centro clínico cirúrgico, um centro gastroenterológico, quatro laboratórios clínicos, três hemocentros, unidade de queimados e uma central de segurança e monitoramento. A nova estrutura comporta 800 leitos hospitalares e abriga a maior farmácia popular do país (AUTODESK, 2020b; REPÚBLICA DOMINICANA, 2020).

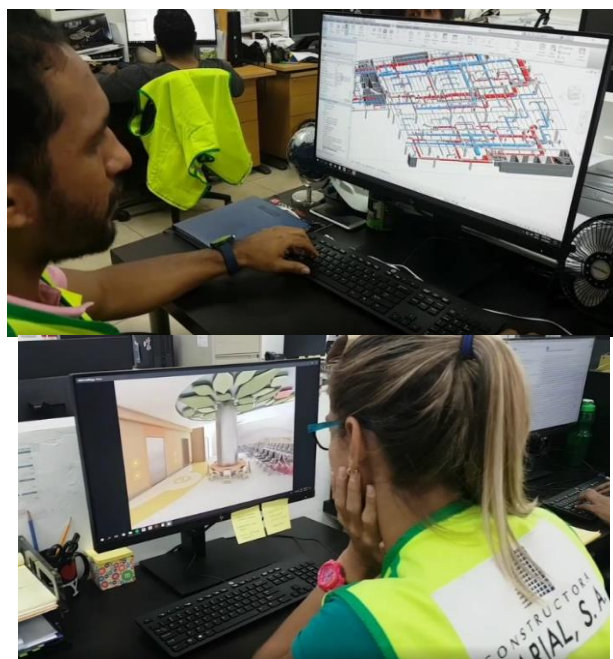
Além de se configurar como um dos primeiros hospitais da República Dominicana a estar em conformidade com as mais rigorosas e completas normas de acessibilidade como a *Americans with Disabilities Act*, outro objetivo do projeto foi alcançar os requisitos de nível LEED de sustentabilidade e eficiência de energia por meio de elementos como painéis de paredes externas que ajudam a melhorar a qualidade do ar interno em 25% e reduzir em 22% a energia mecânica, bem como janelas de vidro e partições que filtram raios X e raios UV (AUTODESK, 2020b).

Um dos maiores desafios enfrentados a falta de familiaridade e capacitação dos profissionais AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) com o uso do BIM na região. Para que fosse possível utilizar a tecnologia, as empresas executoras – Lexco e Constructora Marial – ofertaram treinamentos para todas as 32 empresas subcontratadas de projeto e construção.

Segundo o matéria da Autodesk (2020a), o esforço para a utilização do BIM foi apoiado por diversos participantes do projeto, incluindo a comunidade médica, ministros do governo e até mesmo o presidente da República Dominicana, que puderam ver, após apresentação de estudo de caso de sucesso da companhia Lexco na construção de outro hospital BIM da República Dominicana, como a tecnologia poderia auxiliar na rapidez do processo de projeto em comparação com a modelagem em 2D, o quanto poderia ser reduzido dos resíduos de construção, quanta economia poderia haver pela detecção antecipada de erros onerosos de compatibilização, bem como, a forma como a representação 3D facilitaria o processo de avaliação do projeto para adequação das necessidades normativas e requisitos dos usuários finais.

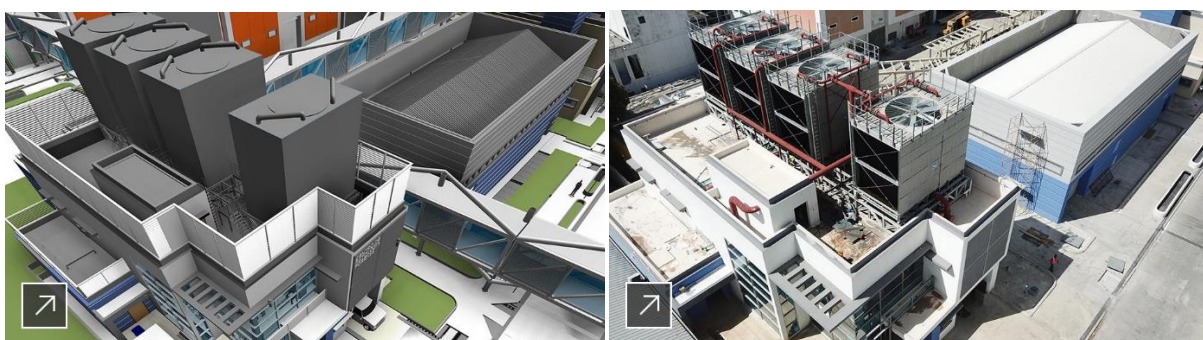
Jorge López, presidente da Lexco, afirmou para Autodesk Latam (2018) que, na sua experiência com a implementação do BIM em projetos de construção, os dois parâmetros refletidos que mais se destacam no momento do convencimento pelo uso da tecnologia são: tempo e dinheiro. Adicionou também que “na fase de pré-construção do Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar a economia de tempo e dinheiro é superior a 30% e na fase de construção superior a 15%”.

Figura 31 - Colaboradores trabalhando no modelo BIM para visualização 3D de instalações e renderização de acabamentos do projeto da Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar.



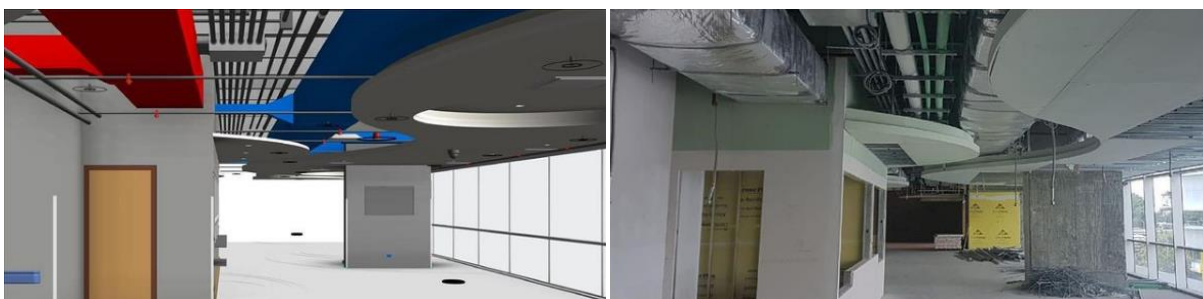
Fonte: AUTODESK, 2020a

Figura 32 - Modelo BIM à esquerda e vista externa da construção real à direita (Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar).



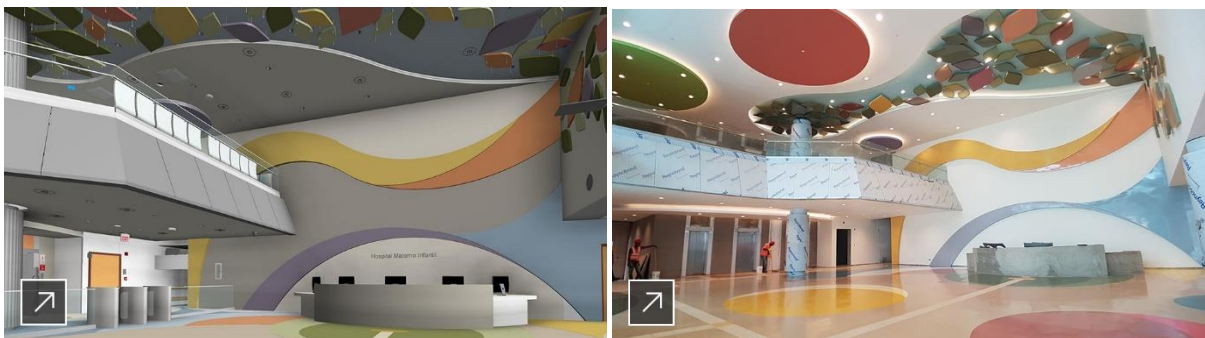
Fonte: AUTODESK, 2020a

Figura 33 - Modelo BIM à esquerda e vista interna da construção real à direita (Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar).



Fonte: LEXCO, 2018

Figura 34 - Modelo BIM à esquerda e vista da recepção construída à direita (Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar).



Fonte: AUTODESK, 2020a

Figura 35 - Foto real da construção da Ciudad Sanitaria Luis Eduardo Aybar à esquerda e foto do pessoal de obra consultando o modelo BIM no canteiro pelos seus smartphones à direita.



Fonte: AUTODESK, 2020a

7.1.3 Jahra Medical City em Al Jahra, Kuwait

Quadro 18 - Quadro resumo do caso de referência do Jahra Medical City no Kuwait

| JAHRA MEDICAL CITY | |
|---|---|
|  | TIPO DO EAS HOSPITAL |
| | AUTORIA DO PROJETO DNA BARCELONA ARCHITECTS. PGI ENGINEERING |
| | PAÍS KUWAIT |
| | CIDADE AL JAHRA |
| | ANO DO PROJETO 2013 |
| | ANO DA CONSTRUÇÃO 2018 |
| | ÁREA ≈ 500.000 m ² |
| | CUSTO DA OBRA USD \$ 1.18 BILHÕES |
| | LEVEL BIM LEVEL 3 |

Fonte: PACE, 2018

| | |
|--|---|
| <p>PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • A coordenação de projetos por meio do BIM possibilitou a atuação de times de projetistas multidisciplinares em diferentes lugares do mundo (EUA, Kuwait e Espanha) atuando concomitantemente no mesmo projeto; • Modelo BIM completo e atualizado constantemente em obra, possibilitando análises regulares de detecção e resolução de conflitos entre elementos estruturais, arquitetônicos e MEP. • Coleta, análise e processamento de dados de andamento da construção - gerando auditorias, relatórios de execução e ajustes de cronograma diários. |
| <p>PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Coordenar modelos BIM e documentos com times produzindo em diferentes idiomas. |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em AL DIWAN AL AMIRI, 2020; BEXEL CONSULTING, 2019b; BIM6D, 2015; BIMCOMMUNITY, 2018; DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018; PACE, 2018.

O novo Jahra Medical City (Cidade Médica de Jahra) é um dos maiores complexos de saúde do Oriente Médio. O objetivo da sua construção foi ampliar o sistema de saúde do Kuwait por meio do aumento em 60% da capacidade dos hospitais do país (PACE, 2018).

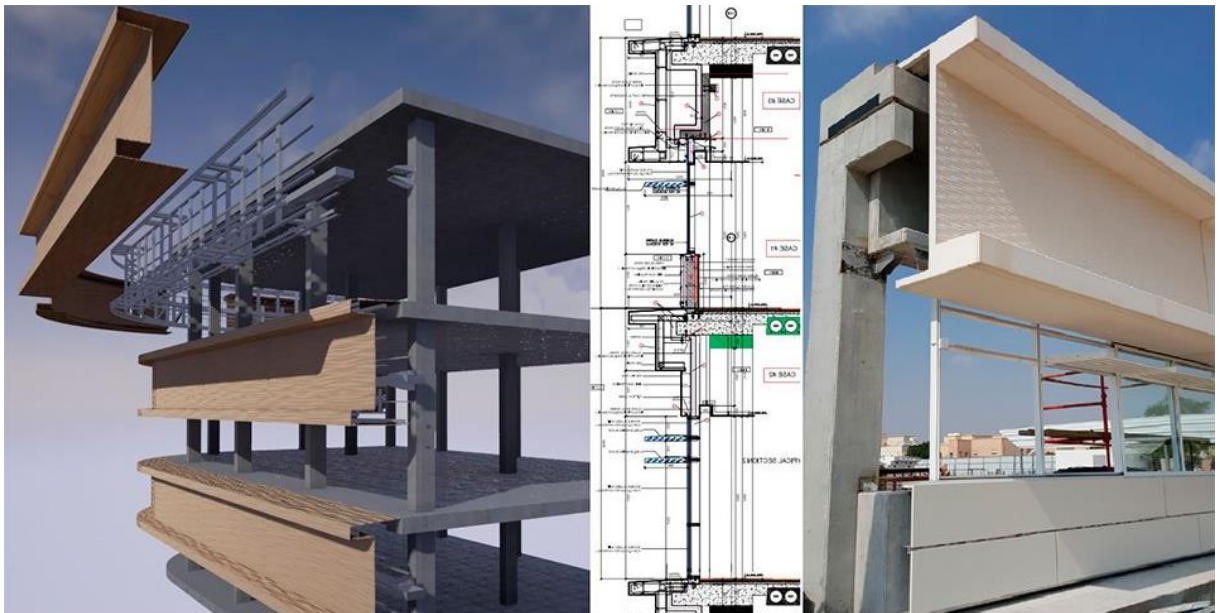
Após anuência do Rei Sheikh Sabah Al-Ahmad Al-Jaber Al-Sabah, a DNA Barcelona Architects, escritório de arquitetura espanhol iniciou o projeto para construção do complexo de 8 edifícios que abriga 1.171 leitos, pronto-socorro adulto separado do infantil com chegada por heliporto, hospital-dia, 20 salas cirúrgicas com 2 salas híbridas, centro de terapia intensiva (CTI), medicina nuclear, terapia hiperbárica, centro de endoscopia, centro ambulatorial com mais 20 departamentos, centro odontológico, centro de diagnóstico e demais setores necessários, incluindo a disponibilização de 4.560 vagas de estacionamento (AL DIWAN AL AMIRI, 2020; DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018; PACE, 2018).

A transparência para inserção de luz nos ambientes, bem como, a presença de 5 grandes átrios que garantem ventilação, foram elementos de destaque no partido arquitetônico do projeto garantindo uma visão ampla e clara nas circulações do complexo, o que garantiu um aspecto saudável e limpo para o hospital. Tudo foi aprovado pelos clientes principais e equipe multidisciplinar de usuários por meio da representação realística de renderização do modelo 3D (AL DIWAN AL AMIRI, 2020; DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018).

Para coordenar a implantação do BIM para execução do hospital, o governo do Kuwait trabalhou com 2 empresas especialistas: Bexel Consulting e Pace contratados para prestação de serviços diretos.

Segundo a Bexel Consulting (2019b), foi desenvolvido um modelo BIM integrado para todas as disciplinas que possibilitou coordenação de projetos produzidos por times de projetistas multidisciplinares de diferentes lugares do mundo (EUA, Kuwait e Espanha) atuando concomitantemente no mesmo projeto, bem como, a obtenção de projetos completos atualizados constantemente em obra, possibilitando análises regulares de detecção e resolução de conflitos entre elementos estruturais, arquitetônicos e de instalações. Também foi possível coletar e processar, em tempo real, dados de andamento da construção - gerando auditorias, relatórios de execução e ajustes de cronograma diários.

Figura 36 - Esquema construtivo de estrutura do Jahra Medical City 3D gerado no modelo BIM à direita, detalhamento 2D gerado por vista do modelo ao centro e à esquerda a construção real do detalhe especificado no 3D e 2D.



Fonte: DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018

Figura 37 - Modelo BIM do Jahra Medical City à esquerda e foto real do edifício construído à direita.



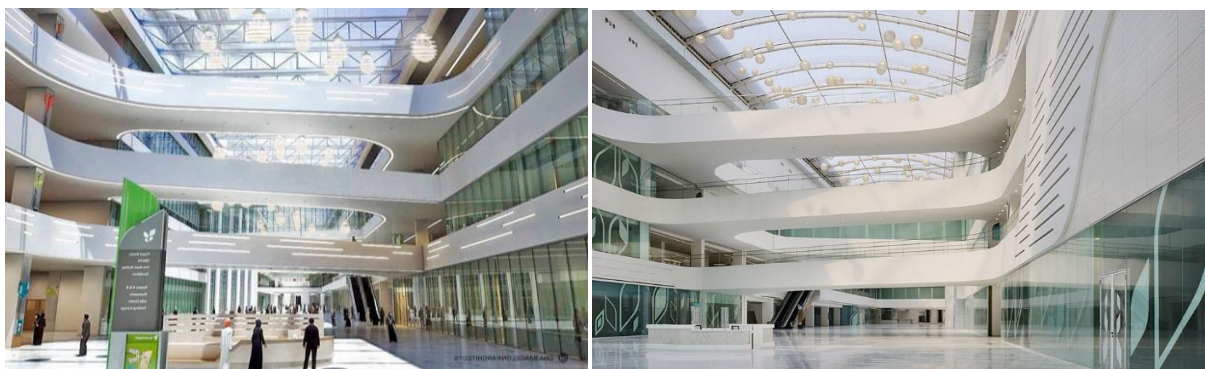
Fonte: AL DIWAN AL AMIRI, 2020; BIM6D, 2015

Figura 38 - Renderização do modelo BIM do Jahra Medical City à esquerda e foto real do edifício construído à direita.



Fonte: ALYASHI GROUP, 2019; DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018

Figura 39 - À esquerda imagem renderizada de um dos átrios do Jahra Medical City e, à direita, foto do ambiente real.



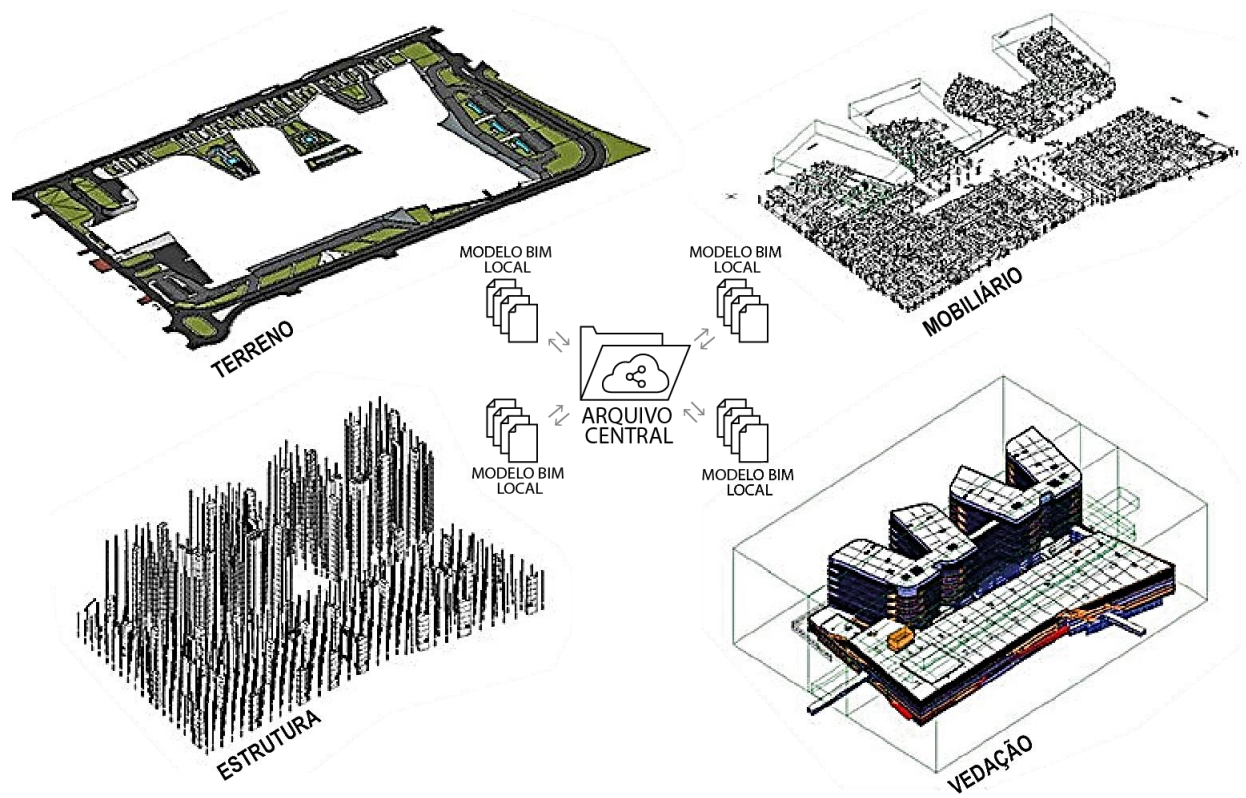
Fonte: DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018; PACE, 2018.

Figura 40 - Imagem do 3D modelo BIM do Jahra Medical City à esquerda e planta gerada 2D do modelo BIM à direita.



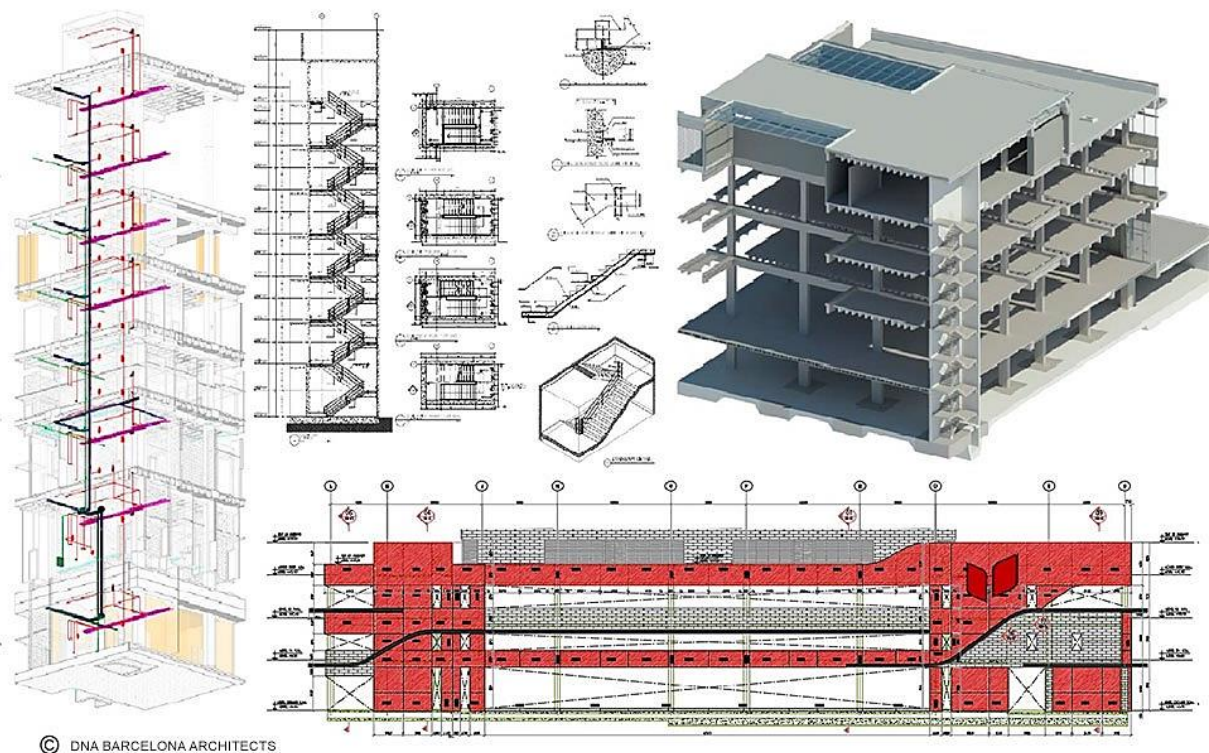
Fonte: DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018; HOSPITECNIA, 2020

Figura 41 - Esquema de trabalho utilizado pelo escritório DNA Barcelona Architects para modelagem BIM.



Fonte: adaptado e traduzido pela autora, com ilustrações disponíveis em DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018.

Figura 42 - Diagrama de detalhamento de projeto utilizando recursos do BIM para o Jahra Medical City.



© DNA BARCELONA ARCHITECTS

Fonte: DNA BARCELONA ARCHITECTS, 2018

7.2 NACIONAIS

7.2.1 Hospital de Águas Claras em Brasília, Distrito Federal

Quadro 19 - Quadro resumo do caso de referência Hospital de Águas Claras em Brasília

| HOSPITAL DE ÁGUAS CLARAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------|----------|--------------------|------------------------------------|------|--------|--------|----------|----------------|------|-------------------|------|------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|---------|
|  | <table border="1"><tr><td>TIPO DO EAS</td><td>HOSPITAL</td></tr><tr><td>AUTORIA DO PROJETO</td><td>CAVANI ARQUITETOS E MHA ENGENHARIA</td></tr><tr><td>PAÍS</td><td>BRASIL</td></tr><tr><td>CIDADE</td><td>BRASÍLIA</td></tr><tr><td>ANO DO PROJETO</td><td>2017</td></tr><tr><td>ANO DA CONSTRUÇÃO</td><td>2020</td></tr><tr><td>ÁREA</td><td>≈ 38.000 m²</td></tr><tr><td>CUSTO DA OBRA</td><td>R\$ 300 MILHÕES</td></tr><tr><td>LEVEL BIM</td><td>LEVEL 2</td></tr></table> | TIPO DO EAS | HOSPITAL | AUTORIA DO PROJETO | CAVANI ARQUITETOS E MHA ENGENHARIA | PAÍS | BRASIL | CIDADE | BRASÍLIA | ANO DO PROJETO | 2017 | ANO DA CONSTRUÇÃO | 2020 | ÁREA | ≈ 38.000 m ² | CUSTO DA OBRA | R\$ 300 MILHÕES | LEVEL BIM | LEVEL 2 |
| TIPO DO EAS | HOSPITAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUTORIA DO PROJETO | CAVANI ARQUITETOS E MHA ENGENHARIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAÍS | BRASIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CIDADE | BRASÍLIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANO DO PROJETO | 2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANO DA CONSTRUÇÃO | 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA | ≈ 38.000 m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUSTO DA OBRA | R\$ 300 MILHÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEVEL BIM | LEVEL 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fonte: PACE, 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM: | <ul style="list-style-type: none">• Precisão do quantitativo de materiais e serviços prevenindo cobranças futuras de aditivos por divergência de quantitativos;• Melhoria do nível de detalhamento e compatibilização dos projetos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM: | <ul style="list-style-type: none">• Realizar projeto para um edifício já anteriormente projetado e construído para outra função (centro comercial), sendo necessária a atualização e lançamento de todas as informações construtivas em modelo BIM com limitações da estrutura existente;• Investimento em capacitação da equipe interna para o <i>software</i> implantado;• Custos de projeto mais caros. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em CAVANI ARQUITETOS, 2017, 2020; CORREIO BRAZILIENSE, 2019; FOLHA DE ÁGUAS CLARAS, 2019; HOSPITAL ÁGUAS CLARAS, 2020; MAIS ÁGUAS CLARAS, 2019; MHA ENGENHARIA, 2019, 2020; PLAN SERVICE, 2018a, 2018b; REVISTA OE, 2020.

Em 2020 foi inaugurado o Hospital de Águas Claras, unidade de saúde pertencente à Rede Ímpar que investiu cerca de R\$ 300 milhões de reais para a modernização de um edifício projetado inicialmente para abrigar um centro comercial, sendo R\$ 100 milhões direcionados à implantação de tecnologias construtivas e equipamentos de ponta. A obra levou cerca de 22 meses para finalização da obra levada a cabo pela construtora Afonso França Engenharia (FOLHA DE ÁGUAS CLARAS, 2019; REVISTA OE, 2020).

A edificação, localizada da Rua Araribá, na Região Administrativa de Águas Claras no Distrito Federal, possui cerca de 38.000m² de área construída e abriga uma estrutura de hospital geral particular com 265 leitos, sendo 69 de UTI e pronto-socorro, centro cirúrgico com 12 salas, sendo 1 para cirurgia robótica, centro de diagnósticos com ressonância magnética, laboratório de análises clínicas e emergência adulto e pediátrica, com a possibilidade de atender 20 mil pacientes de urgência e emergência por mês (HOSPITAL ÁGUAS CLARAS, 2019, 2020).

Segundo o escritório Cavani Arquitetos (2020), o projeto executivo arquitetônico do complexo foi desenvolvido em tecnologia BIM, gerando um modelo de Nível de Detalhe (ND/LOD) 300 (CAVANI ARQUITETOS, 2020).

Em entrevista para o blog de notícias da Plan Service (2018a), empresa contratada para o gerenciamento de obra do hospital, a arquiteta autora do projeto Cássia Cavani afirmou que deste 2014 seu escritório atua com o Building Information Modelling: “neste período já desenvolvemos projetos completos, de grande complexidade como o Hospital Águas Claras de Brasília. Temos conhecimento bastante aprofundado do sistema BIM e de suas possibilidades, que vão muito além do projeto e obra”.

Para a arquiteta a principal dificuldade do projeto foi o fato de a estrutura já estar construída, sendo assim, houve necessidade de adaptar as particularidades de um hospital a uma edificação existente, pensada para outro uso, ainda mais levando em conta o desafio que é projetar uma construção tão complexa, dotada de uma enorme quantidade de instalações, porém, ela comenta que por meio do BIM é garantida uma maneira mais célere e efetiva para o sucesso do processo de compatibilização, e ainda acrescenta que “no processo do Hospital Águas Claras, agilizou muito o processo de contratação da Construtora, possibilitando uma quantificação rápida e precisa” (PLAN SERVICE, 2018a).

Marcio Grossman, diretor de Obras e Infraestrutura da Rede Ímpar, que vivenciou no Hospital de Águas Claras a primeira experiência de uso do BIM nas obras da rede, em consonância com os dizeres da arquiteta, afirmou que a tecnologia reduz significativamente os prazos de execução de obras, o que foi fundamental para a corporação. Para ele, “a precisão do quantitativo de materiais e serviços envolvidos facilita a equalização das propostas no caso de licitações, além de prevenir cobranças futuras de aditivos por divergência de quantitativos”, sendo assim, declarou que a adoção do BIM é algo irreversível, pois, com o tempo, os “profissionais que não estiverem aptos a utilizar essa ferramenta ficarão fora do mercado nos próximos anos” (PLAN SERVICE, 2018b).

Figura 43 - Vista do quarto individual de internação no modelo BIM à esquerda e vista do quarto real à direita.



Fonte: (CAVANI ARQUITETOS, 2017; HOSPITAL ÁGUAS CLARAS, 2020)

Figura 44 - Modelo BIM do Hospital de Águas Claras à esquerda e construção real à direita.



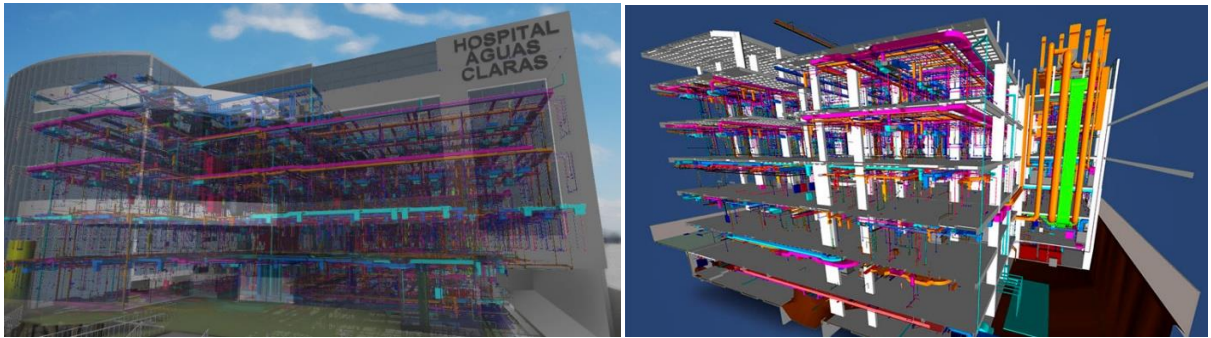
Fonte: (FOLHA DE ÁGUAS CLARAS, 2019; MAIS ÁGUAS CLARAS, 2019)

Figura 45 - Modelo BIM da fachada principal do Hospital de Águas Claras à esquerda e construção real à direita.



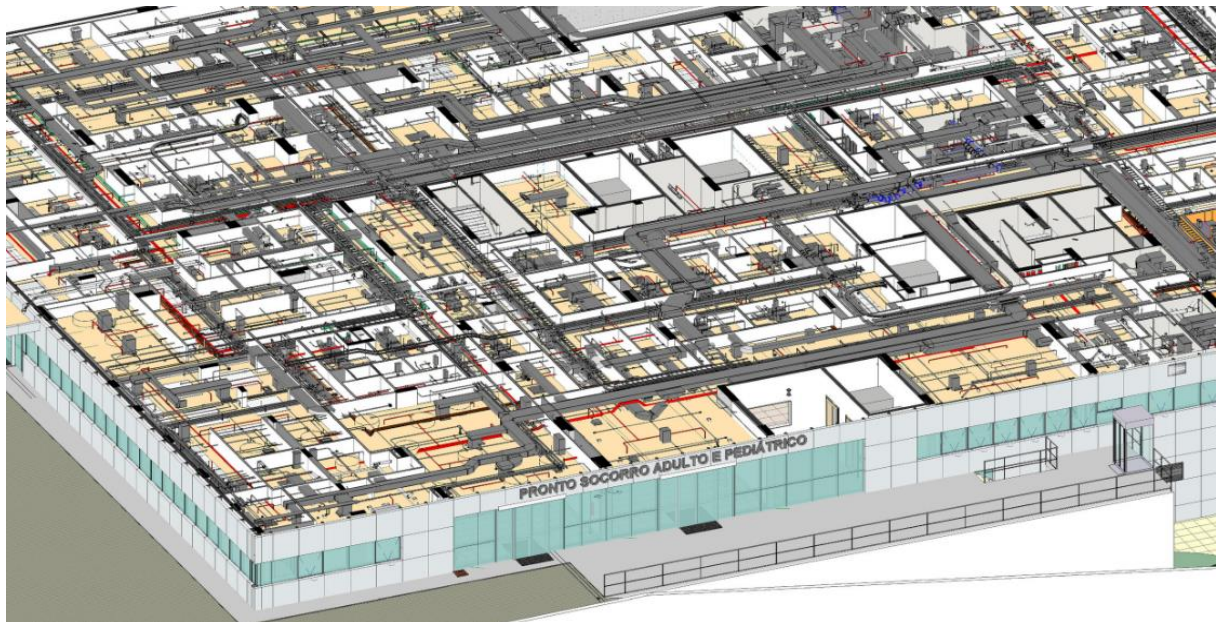
Fonte: (GOOGLE, 2019; PLAN SERVICE, 2018b)

Figura 46 - Modelo BIM demonstrando instalações do Hospital de Águas Claras.



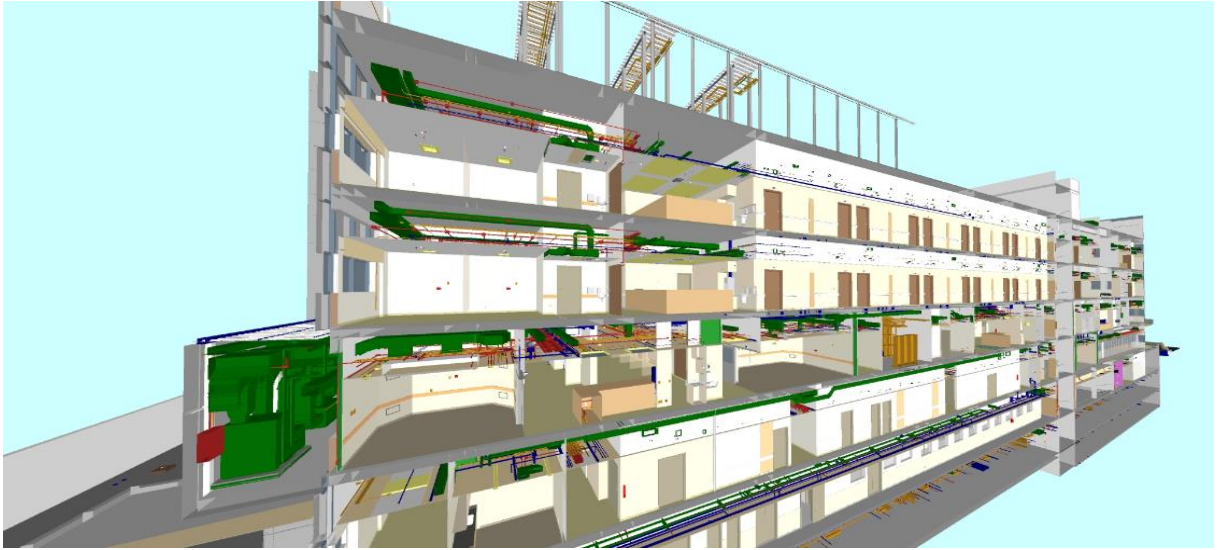
Fonte: (MHA ENGENHARIA, 2020)

Figura 47 - Setor de pronto-socorro do Hospital de Águas Claras em planta 3D do modelo BIM com instalações e forro.



Fonte: (CAVANI ARQUITETOS, 2017)

Figura 48 – Corte em perspectiva do modelo BIM do Hospital de Águas Claras.



Fonte: (CAVANI ARQUITETOS, 2017)

7.2.2 Centro de Pesquisa Boldrini em Campinas, São Paulo

Quadro 20 - Quadro resumo do caso de referência Centro de Pesquisa Boldrini em Campinas

| CENTRO DE PESQUISA BOLDRINI | | |
|---|---------------------------|--|
|  | TIPO DO EAS | LABORATÓRIOS E CENTRO DE PESQUISA |
| | AUTORIA DO PROJETO | CPROJ (COORDENADORIA DE PROJETOS DA Unicamp) |
| | PAÍS | BRASIL |
| | CIDADE | CAMPINAS |
| | ANO DO PROJETO | 2014 |
| | ANO DA CONSTRUÇÃO | 2018 |
| | ÁREA | ≈ 4.000 m ² |
| | CUSTO DA OBRA | ≈ R\$ 22 MILHÕES |
| LEVEL BIM | LEVEL 2 | |

Fonte: BOLDRINI, 2020.

| | |
|--|---|
| <p>PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar ao órgão público a compatibilização dos projetos, precisão da documentação, especificações e quantitativos mais eficientes de forma a contribuir para com os processos licitatórios; • Incorporar detalhes de mobiliários diretamente ao modelo BIM para gerar dimensões, especificações e quantitativos assertivos para encaminhamento à execução; • Geração de planilhas de especificação automatizadas para aquisição e execução • Interoperabilidade para elaboração de projetos complementares (fundações, estruturais, hidráulicas, elétricas, combate a incêndio, climatização e gases) junto à escritórios contratados de locais diversos, inclusive de outras cidades; • Facilidade na extração de informações importantes como dimensões, áreas, volumes, tanto para as etapas de projeto quanto será importante para a elaboração das planilhas para licitações |
| <p>PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Para substituir o uso do CAD pelo BIM no escritório de projeto foi necessário investimento de tempo, esforço e recurso para realização de estudos em tutoriais online, treinamentos, participação em disciplinas de graduação e pós-graduação, participação em eventos e desenvolvimentos, dentre mais meios de capacitação. |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em (BOLDRINI, 2020b, a; DEZAN, 2014; G1, 2020; LABNETWORK, 2014)

A edificação do Centro de Engenharia Molecular e Celular, mais conhecido como Centro de Pesquisa Boldrini, está localizado no Centro Infantil Boldrini, um hospital filantrópico, localizado em Campinas, São Paulo, que atende a crianças e adolescentes com câncer ou doenças do sangue (DEZAN, 2014).

O novo centro de pesquisa, abriga, em uma área construída aproximada de 4.000m², 13 laboratórios focados na a produção e disseminação de conhecimentos nas áreas de biologia molecular do câncer pediátrico em níveis nacional e internacional, contando ainda com biotério, área de uso comum, salas de freezers, de tanques criogênicos, de lavagem de material, de material radioativo, de leitores de microplacas, de sequenciamento de DNA e de microscopia, câmaras fria e escura, bem como, salas de reuniões e biblioteca (LABNETWORK, 2014).

A edificação concebida pela Cproj (Coordenadoria de Projetos), escritório sem fins lucrativos da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, iniciou-se em plataforma CAD com o *software* AutoCAD para representações 2D e complementado por visualização 3D elaboradas por meio do programa Scketchup. Porém, antes da última aprovação do projeto pelo cliente, a equipe de projetistas avaliou positivamente a oportunidade de utiliza-se de tal empreitada como projeto piloto para implementação e experimentação da tecnologia BIM por meio do *software* Revit (DEZAN, 2014).

Segundo Dezan (2014), arquiteto pertencente à equipe da Cproj, ao utilizar o BIM como plataforma de projetos a imagem 3D não somente é uma ferramenta de apresentação, mas sim um elemento útil para verificação das espacialidades e combinações no edifício, bem como, na elaboração de quantitativos, especificações e planilhas atualizadas, mas para que fosse possível utilizar tal método de projeção, foi necessário investir tempo, esforço e recurso para realização de estudos em tutoriais online, treinamentos, participação em disciplinas de graduação e pós-graduação, participação em eventos e desenvolvimentos, dentre mais meios de capacitação existentes.

Para o autor tais investimentos, que possibilitaram a execução do projeto piloto, trouxeram muitos ganhos ao escritório com a aprendizagem de um novo processo de trabalho, acrescentando ganhos nas diversas fases do planejamento do ambiente construído, na clareza do objeto projetado, na troca de informações com as diversas disciplinas, na elaboração das planilhas e documentos para licitações, bem como, contribuindo para a facilitação e aumento do nível de detalhamento dos espaços e componentes.

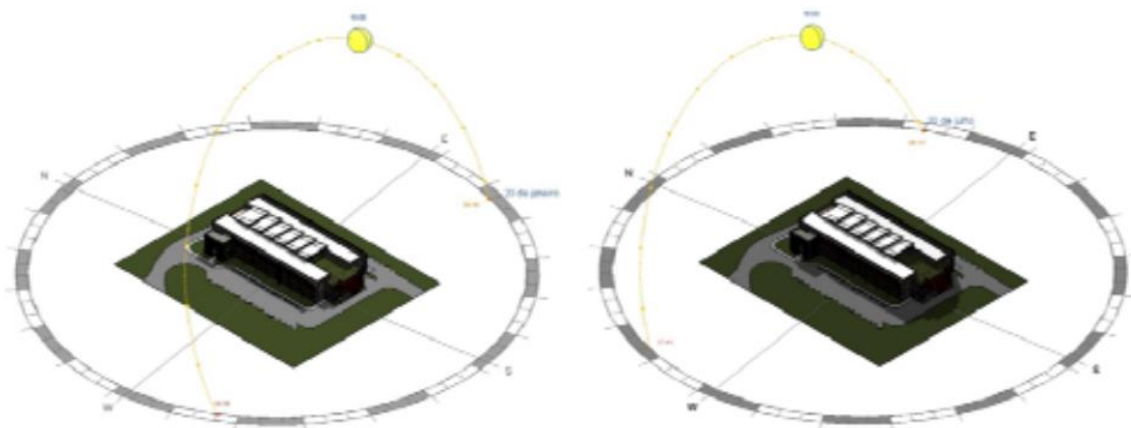
Atualmente o Centro de Pesquisa Boldrini se configura como o maior centro de pesquisa em oncologia pediátrica da América Latina, abrigando nove grupos de estudos atuantes nas áreas-chave mais avançadas da pesquisa científica para combate ao câncer: imunoterapia; anticorpos monoclonais terapêuticos; DNA circulante tumoral; tumores do sistema nervoso central; doença residual mínima, novas drogas; fatores ambientais e câncer pediátrico, informática e espectrometria de massa (BOLDRINI, 2020b).

Figura 49 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini à esquerda e foto da construção real à direita.



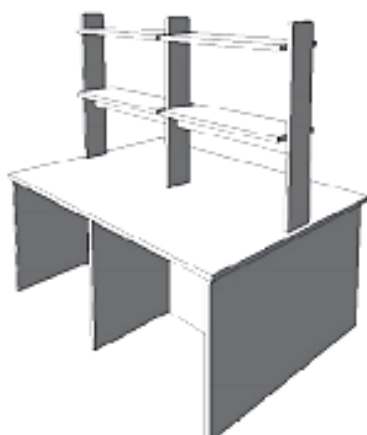
Fonte: (BOLDRINI, 2020b; DEZAN, 2014)

Figura 50 - Estudo de incidência solar viabilizado pelo modelo BIM elaborado no *software* Revit.



Fonte: DEZAN, 2014.

Figura 51 – Mobiliário do Centro de Pesquisa Boldrini projetado em BIM (componente/família) à esquerda e foto da execução real à direita.



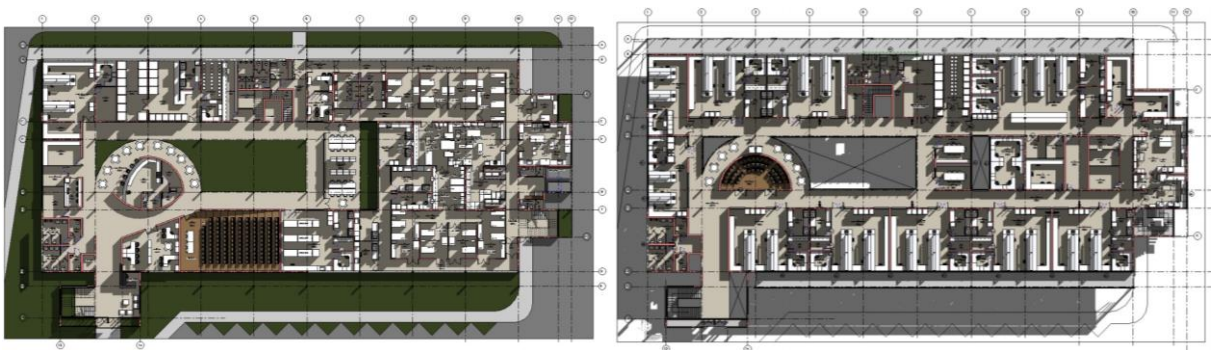
Fonte: DEZAN, 2014; RÁDIO BRASIL CAMPINAS, 2018

Figura 52 - Representação 3D do modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini com inserção de mobiliário e equipamentos.



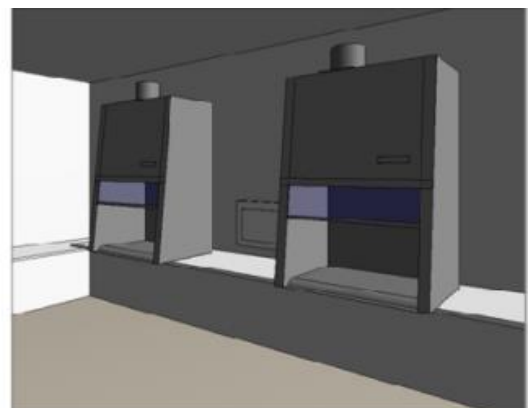
Fonte: DEZAN, 2014

Figura 53 - Planta térrea do modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini à esquerda e do pavimento superior à direita.



Fonte: DEZAN, 2014.

Figura 54 - Representação 3D de mobiliários e equipamentos do Centro de Pesquisa Boldrini.



Fonte: DEZAN, 2014.

7.2.3 Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas) em Belo Horizonte, Minas Gerais

Quadro 21 - Quadro resumo do caso de referência Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas) em Belo Horizonte

| CENTRO DE PESQUISA RENÉ RACHOU (Fiocruz MINAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------------------------|---------------------------|---|-------------|--------|---------------|----------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|
|  <p>Fonte: ARCHITECTUS, 2020</p> | <table border="1"> <tr> <td>TIPO DO EAS</td> <td>LABORATÓRIOS E CENTRO DE PESQUISA</td> </tr> <tr> <td>AUTORIA DO PROJETO</td> <td>CONSÓRCIO ARCHITECTUS + MHA ENGENHARIA LTDA</td> </tr> <tr> <td>PAÍS</td> <td>BRASIL</td> </tr> <tr> <td>CIDADE</td> <td>BELO HORIZONTE</td> </tr> <tr> <td>ANO DO PROJETO</td> <td>≈ PREVISTO PARA 2021</td> </tr> <tr> <td>ANO DA CONSTRUÇÃO</td> <td>AINDA NÃO CONSTRUÍDO</td> </tr> <tr> <td>ÁREA</td> <td>≈ 52.000 m²</td> </tr> <tr> <td>CUSTO DO PROJETO*</td> <td>R\$ 8.998.189,84</td> </tr> <tr> <td>LEVEL BIM</td> <td>LEVEL 2</td> </tr> </table> | TIPO DO EAS | LABORATÓRIOS E CENTRO DE PESQUISA | AUTORIA DO PROJETO | CONSÓRCIO ARCHITECTUS + MHA ENGENHARIA LTDA | PAÍS | BRASIL | CIDADE | BELO HORIZONTE | ANO DO PROJETO | ≈ PREVISTO PARA 2021 | ANO DA CONSTRUÇÃO | AINDA NÃO CONSTRUÍDO | ÁREA | ≈ 52.000 m ² | CUSTO DO PROJETO* | R\$ 8.998.189,84 | LEVEL BIM | LEVEL 2 |
| | TIPO DO EAS | LABORATÓRIOS E CENTRO DE PESQUISA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AUTORIA DO PROJETO | CONSÓRCIO ARCHITECTUS + MHA ENGENHARIA LTDA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PAÍS | BRASIL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CIDADE | BELO HORIZONTE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ANO DO PROJETO | ≈ PREVISTO PARA 2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ANO DA CONSTRUÇÃO | AINDA NÃO CONSTRUÍDO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁREA | ≈ 52.000 m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CUSTO DO PROJETO* | R\$ 8.998.189,84 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | LEVEL BIM | LEVEL 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alterações de projeto e adaptações de compatibilização de projeto integradas com planilhas orçamentárias de forma automática e recorrente, o que gerou uma redução significativa nos erros orçamentários e garante maior precisão ao trabalhar com propostas técnicas para licitação competitiva; Criação de modelo 3D combinando todas as disciplinas envolvidas do processo de construção, possibilitando detecção automática de sobreposições e interferências; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alto investimento calculado para capacitação e aquisição de hardware e software: R\$ 2.380.000,00. Somente ao final de três anos, há um retorno na ordem de 96,47% do valor investido para implementação da tecnologia BIM. Verificou-se que os projetos foram executados em prazos semelhantes aos desenvolvidos em CAD.. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* Informa-se que foi apresentado o custo de projeto em virtude de o mesmo ainda estar processo de elaboração e aprovação junto aos órgãos fiscalizadores, logo, não há preço de obra disponível para consulta no momento.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em ARCHITECTUS, 2020b, 2020a; FIOCRUZ, 2014; PEREIRA; CORREIA, 2019

Projetado para ser a nova sede da Fiocruz em Minas Gerais, o Centro de Pesquisa René Rachou, mais conhecido como Fiocruz Minas, fará parte do complexo do Parque Tecnológico de Belo Horizonte (BH-TEC) um parque com mais de 550 mil m² que abrigará diferentes instituições de pesquisa e desenvolvimento (FIOCRUZ, 2010).

Os projetos são frutos de licitação de contratação de prestação de serviços de engenharia para elaboração de estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo de arquitetura e engenharia

acordada em R\$ 8.998.189,84 com o consórcio formado pelos escritórios Architectus e MHA Engenharia (FIOCRUZ, 2014).

O edifício do Centro de Pesquisa René Rachou, segundo Architectus (2020a), terá uma área total aproximada de 52.000m², contemplando 12.000m² de laboratórios, um auditório para 330 lugares, restaurante aberto ao público, almoxarifado com cerca de 2.000m², áreas administrativas, estacionamentos e elementos de paisagismo e urbanização, bem como, atenderá aos critérios da Certificação Ambiental AQUA-HQE, e ainda foi desenvolvido para atingir a premissa da adaptabilidade, uma vez que um edifício federal desta magnitude precisa perdurar e ao longo dos anos serão necessárias adaptações e remodelações em todas as áreas, para tanto, foram criados pavimentos técnicos intercalados entre os pavimentos de áreas laboratoriais, com o objetivo de viabilizar ajustes sem interrupção das atividades.

O início da consolidação da implantação BIM na FioCruz deu-se por meio da atuação do Departamento de Arquitetura e Engenharia (DAE) e Coordenação-Geral de Infraestrutura dos Campi (Cogic) da fundação, objetivando melhoria dos seus processos de desenvolvimento de projetos, planejamento e execução de obras, fiscalização de seus contratos, manutenção, estudo de viabilidade, estudos para *retrofits* e atualização cadastral de suas edificações, concretizando o benefício de domínio real e qualificado de todo o ciclo de vida de seus empreendimentos (PEREIRA; CORREIA, 2019).

Apesar do projeto da FioCruz Minas ter sido produto de um contrato de prestação de serviços internos, para atingir os objetivos da implementação do BIM no órgão muitos foram os desafios vivenciados, tais como: alto investimento calculado para capacitação e aquisição de hardware e *software* (R\$ 2.380.000,00), retorno do investimento estimado para somente ao final de três anos de implementação da tecnologia e retorno não esperado quando aos prazos de produção de projeto em comparação com a tecnologia CAD, no entanto, que haja menos falhas, principalmente em função da geração automática de desenhos, estudos e planilhas (cotas, cortes, fachadas, planta de cobertura, quantitativos de materiais e a aplicação de ferramentas de detecção de conflitos...) (PEREIRA; CORREIA, 2019).

Mesmo ao vivenciar tais desafios citados, Pereira e Correia (2019) afirmam que foi possível a verificação prática de algumas vantagens como a redução do retrabalho e acreditam que pela efetiva compatibilização de todas as disciplinas no projeto, o tempo de execução da obra será menor, com maior previsibilidade das ações e aprimoramento de documentação com o uso das dimensões 4D e 5D da tecnologia BIM. Também será de interesse do DEA a utilização do modelo para posterior gestão dos *facilities* da Fundação Oswaldo Cruz.

Figura 55 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas)



Fonte: ARCHITECTUS, 2020a.

Figura 56 - Corte em perspectiva do modelo BIM com instalações do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas).



Fonte: ARCHITECTUS, 2020b.

Figura 57 - Modelo BIM com instalações do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas).



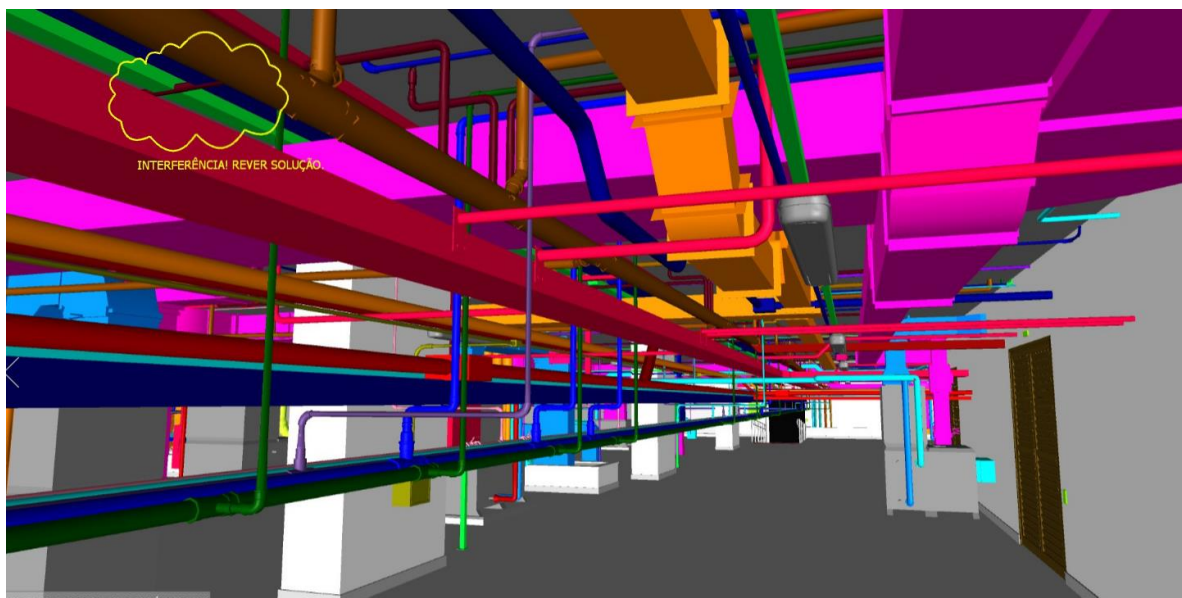
Fonte: ARCHITECTUS, 2020b.

Figura 58 - Modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas) com todas as instalações com visualização ativa permitindo detecção de interferências.



Fonte: ARCHITECTUS, 2020b.

Figura 59 - Interferência encontrada entre duas disciplinas de instalação no modelo BIM do Centro de Pesquisa René Rachou (Fiocruz Minas).



Fonte: ARCHITECTUS, 2020b.

7.3 HOSPITAIS DE COMBATE À PANDEMIA DE COVID-19

7.3.1 Hospital Leishenshan em Wuhan, China

Quadro 22 - Quadro resumo do caso de referência Hospital Leishenshan em Wuhan, China

| HOSPITAL LEISHENSHAN EM WUHAN | | |
|--|---|--|
|  <p>Fonte: R7 SAÚDE, 2020</p> | TIPO DO EAS | HOSPITAL DE CAMPANHA |
| | AUTORIA DO PROJETO | CENTRAL-SOUTH ARCHITECTURAL DESIGN INSTITUTE [CSADI] |
| | PAÍS | CHINA |
| | CIDADE | WUHAN |
| | ANO DO PROJETO | 2020 |
| | ANO DA CONSTRUÇÃO | 2020 (12 DIAS DE OBRA) |
| | ÁREA | ≈ 80.000 m ² |
| | LEVEL BIM | LEVEL 2 |
| PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM: | <ul style="list-style-type: none">• Projeto emergências produzido em apenas 3 dias de forma compartilhada (interoperáveis em tempo real) entre todas as disciplinas de projeto;• Monitoramento do progresso da construção e revisão dos desenhos no canteiro de obras;• Construção virtual prévia da edificação, possibilitando encomenda correta dos elementos pré-fabricados por meio de uma documentação de construção mais interativa e compreensiva, facilitando o planejamento, coordenação e visualização do processo construtivo, garantindo agilidade para a construção emergencial;• Visualização 3D de fácil compreensão para alinhamento com equipe médica das necessidades específicas do projeto de hospital de campanha para doença altamente contagiosa;• Possibilitou simulação de funcionamento do sistema de ventilação para averiguar eficiência da pressurização, exaustão e filtragem do ar. Para isso foi utilizado o <i>software</i> SIMULIA XFlow. | |
| PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM: | <ul style="list-style-type: none">• Devido às características multidisciplinares do Hospital Leishenshan e o pouco tempo para projeto, nem todas as informações foram armazenadas em um único modelo BIM; modelos separados foram desenvolvidos e algumas outras documentações da construção não foram elaboradas na plataforma. | |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em ALDERTON, 2020; LI; ZHANG, 2020; LUO et al., 2020; MO, 2020; R7 SAÚDE, 2020; SKY UK, 2020.

Construído em apenas 12 dias, com o objetivo de promover atendimento emergencial e contingenciado para a crescente demanda de pacientes infectados pelo novo coronavírus Sars-CoV-2 em Wuhan, cidade marco zero da pandemia, o Hospital Leishenshan (Montanha do Deus do Trovão) foi concebido para abrigar até 1.600 leitos, contando também com área de apoio da equipe assistencial, área de logística (armazém de abastecimento, estação de tratamento de águas residuais, estação de incineração de lixo, local de descontaminação de ambulância e demais ambientes de apoio) e a área de tratamento médico de diagnóstico e terapia (LI; ZHANG, 2020; LUO et al., 2020; SKY UK, 2020).

A rápida construção foi viabilizada pela tecnologia da pré-fabricação, evitando trabalhos *in loco* mais demorado. Para possibilitar a pré-fabricação, foi utilizada como plataforma de projeto o BIM, que permitiu toda a construção virtual prévia da edificação, de forma compartilhada (interoperáveis em tempo real) entre todas as disciplinas de projetos para envio prévio de todos os módulos, peças e elementos construtivos à manufatura com especificações e quantitativos exatos, bem como, subsidiar guias de montagem para utilização na obra (LI; ZHANG, 2020; LUO et al., 2020).

A implantação do método POP (produto, organização e processo) ao modelo BIM do Hospital Leishenshan garantiu o sucesso da empreitada que tinha por maior objetivo a rápida construção para ação de combate à pandemia (LUO et al., 2020).

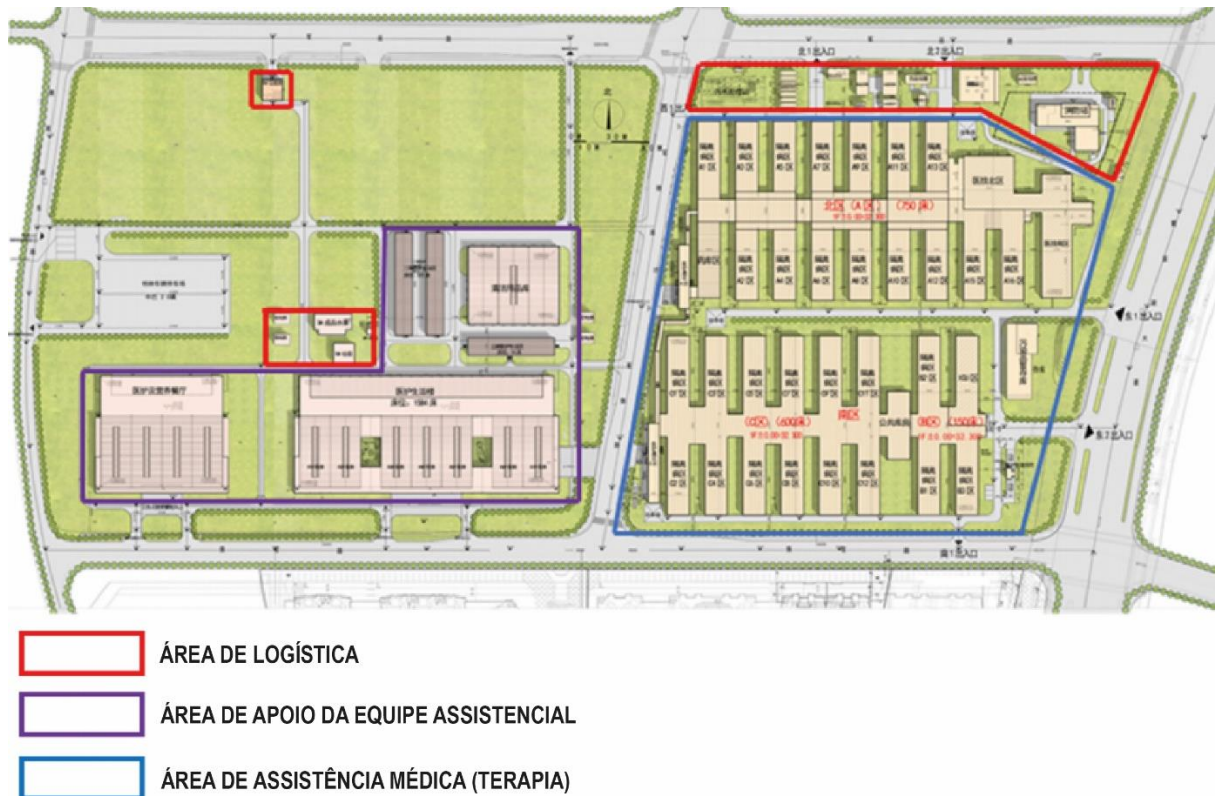
Segundo Luo et al. (2020), autores chineses que desenvolveram estudo acerca da entrega ultrarrápida de hospitais de campanha de Wuhan, especializados para combater a Covid-19, o método POP consiste na produção e entrega de 3 submodelos por meio do BIM, que objetivam estabelecer documentação de construção mais interativas e compreensivas, facilitando o planejamento, coordenação e visualização do processo construtivo quais sejam:

1. um modelo do edifício, contendo atributos geométricos e não-geométricos que permite o levantamento de quantitativos, simulações e outras análises necessárias;
2. um modelo de organização que integra o modelo de produto com o andamento da construção para coordenação perfeita da obra e gerenciamento de cronograma; e
3. um modelo de processo que associa tarefas específicas às organizações responsáveis em diferentes estágios do planejamento da construção.

Songmin Zhan, arquiteto chefe adjunto do escritório responsável pelo projeto do hospital, afirmou à Alderton (2020) que os mais de 80 projetistas, comprometidos a correr contra o tempo, pois a vida de muitos estava em jogo, conseguiram entregar por meio do uso da tecnologia BIM, os desenhos de construção em apenas 3 dias. O projeto consiste em um edifício pensado para ser construído rapidamente utilizando contêineres e estrutura de montagem em aço, sob o desafio de

terem que passar por ajustes em tempo real junto à implementação do pessoal de construção, dos materiais e das máquinas, contando com o monitoramento do progresso da construção e revisão dos desenhos no canteiro de obras.

Figura 60 - Planta do Hospital de Leishenshan, projetado em BIM, em Wuhan setorizada.



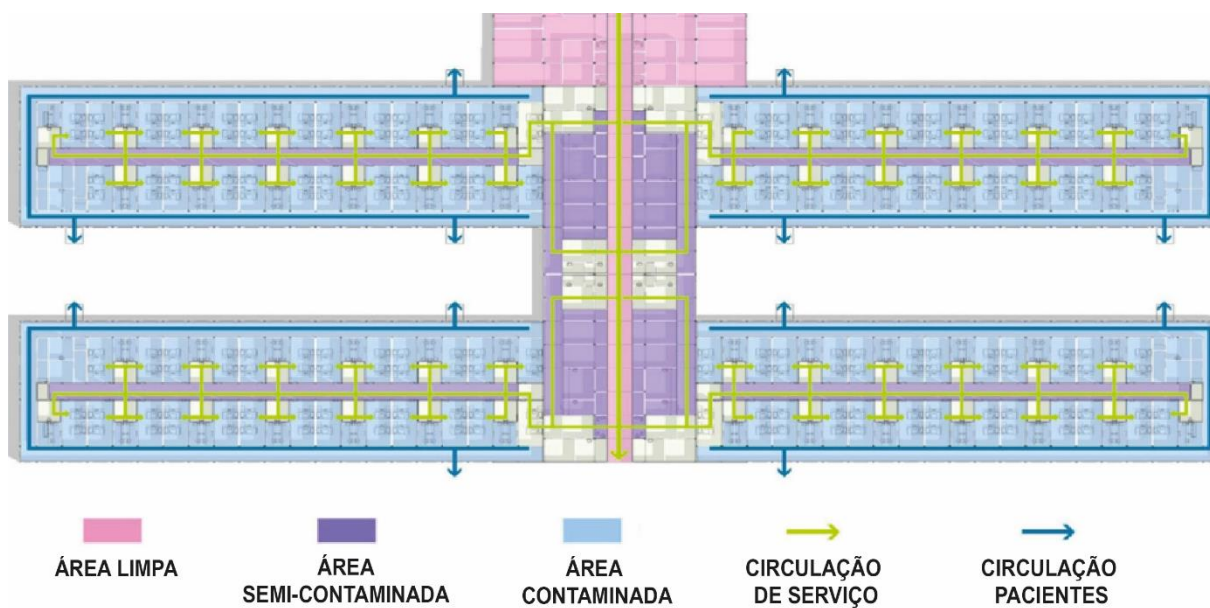
Fonte: LUO et al., 2020, p. 2, traduzido livremente pela autora.

Figura 61 - Vista aérea do Hospital de Leishenshan, construído para atender a demanda da pandemia de Covid-19 em Wuhan.



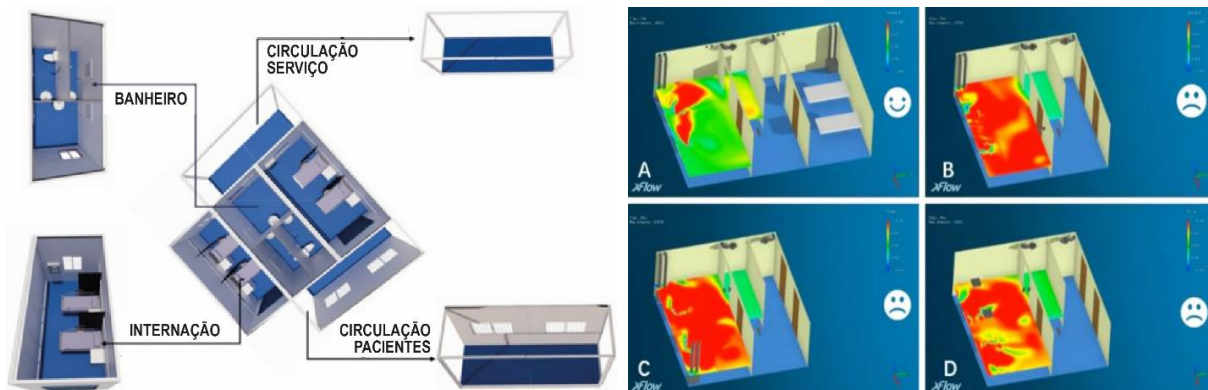
Fonte: MO, 2020

Figura 62 - Setorização dos blocos de internação e terapia do Hospital de Leishenshan.



Fonte: LUO et al., 2020, p. 3, traduzida livremente pela autora.

Figura 63 - Módulo de internação do hospital de Leishenshan à esquerda e estudo de simulação do sistema de tratamento de ar possibilitado pelo modelo BIM à direita.



Fonte: LUO et al., 2020, p. 4.


Figura 64 - Fotos internas da organização dos módulos de internação do Hospital Leishenshan.



Fonte: PEOPLE, 2020.

7.3.2 Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 no Rio de Janeiro, Brasil

Quadro 23 - Quadro resumo do caso de referência Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 no Rio de Janeiro.

| CENTRO HOSPITALAR PARA A PANDEMIA DE Covid-19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------|----------------------|--------------------|---------------------|------|--------|--------|----------------|----------------|------|-------------------|--|------|------------------------|-------------------|--|-----------|---------|
|  | <table border="1"> <tr> <td>TIPO DO EAS</td> <td>HOSPITAL DE CAMPANHA</td> </tr> <tr> <td>AUTORIA DO PROJETO</td> <td>RAC ENGENHARIA S.A.</td> </tr> <tr> <td>PAÍS</td> <td>BRASIL</td> </tr> <tr> <td>CIDADE</td> <td>RIO DE JANEIRO</td> </tr> <tr> <td>ANO DO PROJETO</td> <td>2020</td> </tr> <tr> <td>ANO DA CONSTRUÇÃO</td> <td>2020 PROJETADO E CONSTRUÍDO APROXIMADAMENTE 60 DIAS</td> </tr> <tr> <td>ÁREA</td> <td>≈ 9.800 m²</td> </tr> <tr> <td>CUSTO DO PROJETO*</td> <td>≈ R\$ 61.400.000,00 OBRA ≈ R\$ 14.000.000,00 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS</td> </tr> <tr> <td>LEVEL BIM</td> <td>LEVEL 2</td> </tr> </table> | TIPO DO EAS | HOSPITAL DE CAMPANHA | AUTORIA DO PROJETO | RAC ENGENHARIA S.A. | PAÍS | BRASIL | CIDADE | RIO DE JANEIRO | ANO DO PROJETO | 2020 | ANO DA CONSTRUÇÃO | 2020 PROJETADO E CONSTRUÍDO APROXIMADAMENTE 60 DIAS | ÁREA | ≈ 9.800 m ² | CUSTO DO PROJETO* | ≈ R\$ 61.400.000,00 OBRA ≈ R\$ 14.000.000,00 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS | LEVEL BIM | LEVEL 2 |
| TIPO DO EAS | HOSPITAL DE CAMPANHA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUTORIA DO PROJETO | RAC ENGENHARIA S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAÍS | BRASIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CIDADE | RIO DE JANEIRO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANO DO PROJETO | 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANO DA CONSTRUÇÃO | 2020 PROJETADO E CONSTRUÍDO APROXIMADAMENTE 60 DIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA | ≈ 9.800 m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUSTO DO PROJETO* | ≈ R\$ 61.400.000,00 OBRA ≈ R\$ 14.000.000,00 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LEVEL BIM | LEVEL 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: OLIVEIRA, 2020

| | |
|--|---|
| <p>PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de projetos em um sistema colaborativo, onde especialistas de diferentes disciplinas de projetos tiveram acesso ao mesmo tempo ao modelo para desenvolvimento de especificações, inserção de informações e alterações de compatibilização de conflitos estruturais, garantindo rapidez ao processo de projeto; • Possibilidade de adequação paralelamente a execução da obra. |
| <p>PRINCIPAIS DESAFIOS VIVENCIADOS PELO USO BIM:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Projeto de carácter emergencial produzido em curto prazo de tempo. |

Fonte: elaborado pela autora, baseado em informações contidas em CÂMERA; FUCHS, 2020; PLATONOW, 2020; RAC ENGENHARIA, 2020c, 2020a

Erguido em menos de 2 meses, o Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 se localiza no antigo campo de futebol do Campus Manguinhos da Fiocruz no Rio de Janeiro (BARBOSA, Carolina, 2020).

O centro, construído de forma emergencial, conta com 195 leitos de terapia intensiva e semi-intensiva, abastecidos de filtragem, pressurização, insuflamento e exaustão correta do ar para o tratamento específico de doenças respiratórias altamente contagiosas como é o caso no novo coronavírus. O sistema de filtragem trata todo o ar antes de eliminá-lo por chaminés instaladas na parte externa junto à cobertura da construção (CÂMERA; FUCHS, 2020; PLATONOW, 2020).

Em seus 9.800m² de área estão dispostos, além dos leitos de internação, equipamentos de diagnóstico como raio-X, ultrassonografia, ecocardiografia e tomografia computadorizada, serviço de broncoscopia e endoscopia, área de apoio para equipe técnica (refeitório, vestiários e depósitos), central de gases, central de tratamento de esgoto, geradores, entrada exclusiva de ambulâncias e heliponto (CÂMERA; FUCHS, 2020).

Tendo um custo de obra aproximado de R\$ 16,4 milhões e investimento em equipamentos e materiais de R\$ 14 milhões, após ofertar apoio ao enfrentamento à pandemia de Covid-19, o hospital irá integrar o Instituto Nacional de Infectologia Evandro Charas como unidade de referência da Fiocruz na atenção especializada em doenças infecciosas (CÂMERA; FUCHS, 2020).

A empresa RAC Engenharia, responsável pelo projeto e construção do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19, foi contratada por meio da ação da Coordenação-Geral de Infraestrutura dos Campi (Cogic) da Fundação Oswaldo Cruz para viabilizar de forma emergencial o erguimento de edificação especializada para receber pacientes isolados de forma a garantir a biossegurança e proteção de contágio por via aerossol (FIOCRUZ, 2020b).

A construtora, baseada em Curitiba, Paraná, optou pela utilização da tecnologia BIM, por meio do *software* Revit da Autodesk, para projetar e gerenciar a obra de construção do hospital.

Com uma equipe composta de 22 projetistas da área BIM, a empresa conseguiu elaborar os projetos em um sistema colaborativo, onde especialistas de diferentes disciplinas de projetos tiveram acesso ao mesmo tempo ao modelo para desenvolvimento de especificações, inserção de informações e alterações de compatibilização de conflitos estruturais (FIORIN, 2020).

Segundo Ricardo Cansian, sócio fundador da RAC Engenharia, em entrevista para Fiorin (2020), foi possível criar a estrutura da edificação e todos os seus sistemas complementares, como hidráulica, elétrica, tubulações de gás e ar condicionado, de uma forma mais rápida viabilizada por meio da tecnologia do *Building Information Modelling*, incluindo a possibilidade de adequação paralelamente a execução da obra do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19, uma edificação que ainda terá usufruto após a pandemia.

Toda a construção foi registrada e está disponível para visualização interativa em *time-lapse*²² no *website* da Fiocruz, acessível por meio do link: <https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vthospital/>.

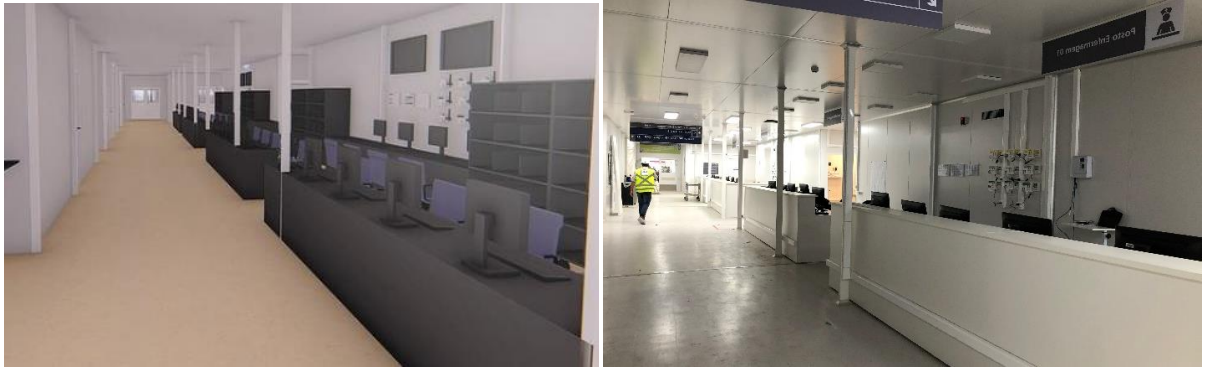
Figura 65 - Modelo BIM do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 à esquerda e foto da construção real à direita.



Fonte: OLIVEIRA, 2020; RAC ENGENHARIA, 2020a

Figura 66 - Vista interna do modelo BIM do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 à esquerda e foto da construção real à direita.

²² O *time-lapse* é uma técnica cinematográfica que transforma fotos (ou trechos de vídeo) sequenciais em um só vídeo de curta duração, que apresenta uma sequência de andamento, evolução, progressão de tempo muito maior do que a durabilidade do vídeo em si.



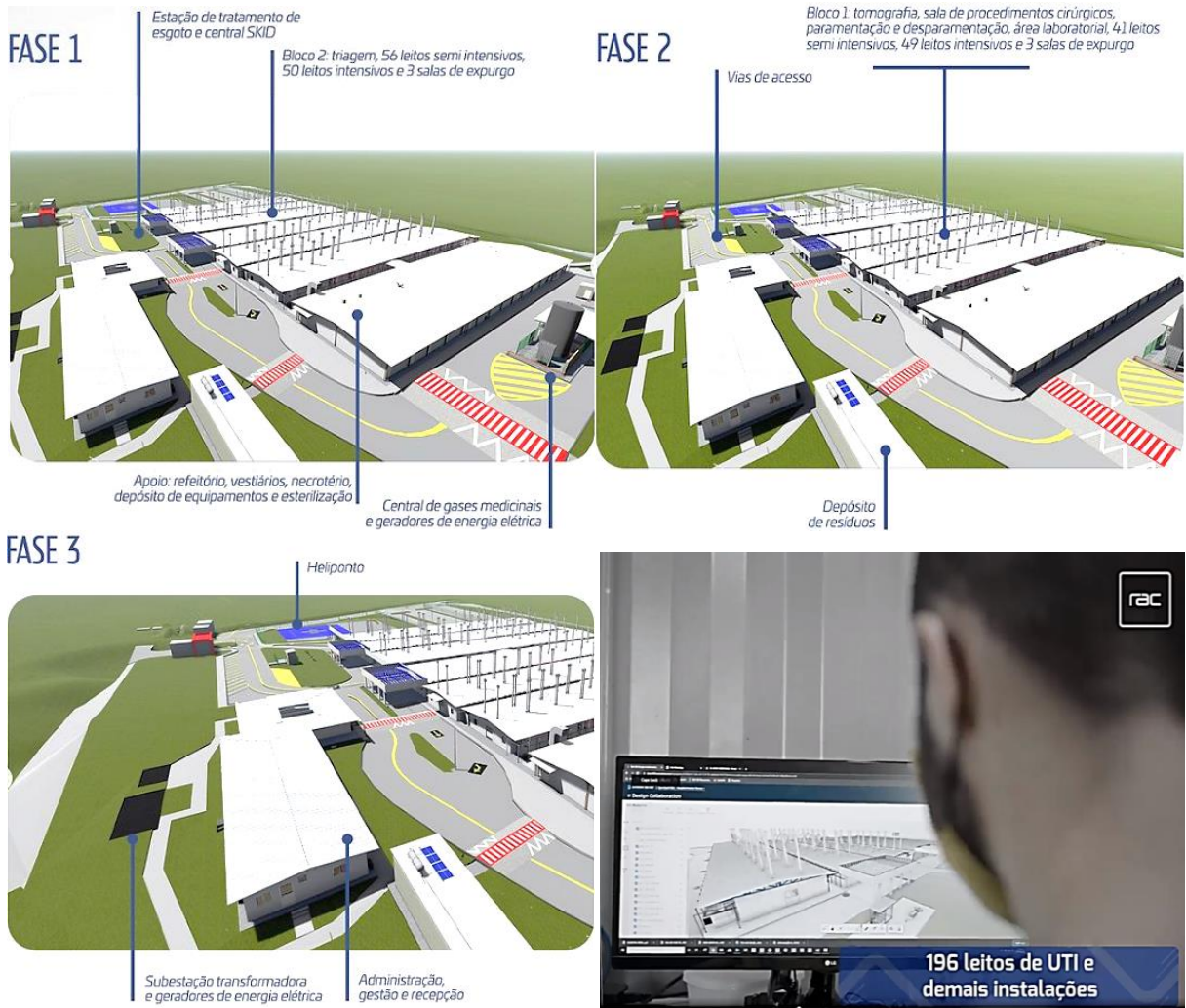
Fonte: OLIVEIRA, 2020; RAC ENGENHARIA, 2020b

Figura 67 - Imagens demonstrando a evolução da construção do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19.



Fonte: Fiocruz, 2020, adaptado pela autora.

Figura 68 - Fases de obra demonstradas no modelo BIM e foto colaborador da RAC Engenharia trabalhando no arquivo.



Fonte: RAC ENGENHARIA, 2020a, 2020b, adaptado pela autora.

Figura 69 - Esquema de setorização do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 da Fiocruz no Rio de Janeiro.



Fonte: (RAC ENGENHARIA, 2020d)

PARTE B

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

8 PREÂMBULO DA PARTE B

Todo projeto de obra, seja para construção, ampliação e/ou reforma, possui etapas a serem seguidas, normalmente aprendidas nos cursos técnicos e de graduação da indústria AEC, sendo elas: estudo preliminar – que contempla as atividades de levantamento de informações gerais, técnicas e específicas, programa de necessidades e estudo de viabilidade – anteprojeto (também chamado de projeto básico) e projeto executivo.

É recomendado que o projeto, anteriormente ao início da obra, passe por validações da assertividade do planejado, sendo as mais comuns as que seguem: aprovação da viabilidade da proposta pelos clientes e interessados (setorização, espacialização, volumetria, *layout...*), compatibilização de projetos (resolução de conflitos de instalações) e aprovação junto aos órgãos fiscalizados (prefeituras, corpo de bombeiros e, para os EASs, vigilância sanitária).

As plataformas mais comuns de elaboração de tais projetos são: à mão (com utilização de réguas, esquadros, compassos, papel manteiga, prancheta) ou via computador – com a utilização da tecnologia CAD, que atua de forma similar à uma prancheta virtual dinâmica e facilitada para produção de desenhos técnicos, ou tecnologia BIM, que proporciona a criação de um modelo virtual da construção completa de forma interativa, multidisciplinar de alimentação simultânea, parametrizada, tridimensional e abastecida de informações linkadas que permite rodagem de simulações e análises, bem como, a criação de passeios virtuais, uso da realidade aumentada e processos automatizados de levantamento de quantitativos, orçamentos, dados, dentre mais possibilidades.

A complexidade do edifício de saúde é justificada pelos requisitos necessários que podem estar envolvidos em seu planejamento, por exemplo: atendimento às normativas sanitárias e de biossegurança, aprovação do projeto pelos vários *stakeholders*²³ (médicos, enfermeiros, pacientes, proprietários do empreendimento, pacientes, acompanhantes...), atendimento às demandas ambientais assistenciais para garantia da rápida resolutividade na prestação de assistência à saúde, compatibilização de uma gama grande de disciplinas conjuntas de instalações (arquitetura, estrutura, instalações mecânicas, elétricas, hidrossanitárias, de rede, de gases medicinais, blindagens...), constantes renovações estruturais em virtude da inovação tecnológica da medicina e alteração da demanda de atendimento, aprovação em vários órgãos fiscalizadores que requerem segurança ao edifício e seu entorno (corpo de bombeiros, vigilância sanitária, Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, departamentos de trânsito para rota de ambulâncias e atendimentos de emergência, prefeituras, órgão fiscalizadores de tráfego aéreo para regularização de helicópteros de socorro e

²³ *Stakeholders*, significa, em uma tradução livre para o português, a parte interessada. Podem ser consideradas como *stakeholders* as pessoas e organizações afetadas por um projeto, de forma direta ou indireta, positiva ou negativamente.

demais órgãos), necessidade de registro de sua infraestrutura para subsidiar manutenções corretivas e planos preventivos, gerenciamento de seus *facilities*, dentre outras características complexas.

Tendo em vista tais requisitos que podem estar atrelados ao projeto de um EAS e as características de um projeto elaborado em plataforma BIM apresentados acima, este trabalho aponta a hipótese de que a total migração do modo de se projetar edifícios de saúde para esta tecnologia tem muito a acrescentar ao desenvolvimento dos ambientes salubres, não só na fase projeto, mas também nas fases de obra e gestão, logo, adiante nesta “Parte B”, serão elencadas especificidades do uso do *Building Information Modelling* nestas 3 fases citadas, subdividindo por atividades intrínsecas ao andamento de cada fase, conforme anteriormente já demonstrado pela Figura 1.

Importante salientar que não se buscou esgotar todas as possibilidades de utilização do BIM nas fases do EAS, pois disto resultaria um livro de muitas páginas, que até pode ser fruto de pesquisas futuras, mas, sim, objetivou-se apresentar as características de destaque da contribuição do uso desta tecnologia para edifícios de saúde, que podem, inclusive, influenciar a tomada de decisão da migração da plataforma de projeto conforme já comentado.

9 BIM APLICADO AO EAS NA FASE DE PROJETO

9.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES E PROGRAMA DE NECESSIDADES

Como atividade inicial preparatória para o levantamento de informações gerais e técnicas que subsidiarão o programa de necessidades do edifício para início do primeiro esboço, o levantamento de dados gerais se caracteriza por contemplar informações que, em sua maioria, são disponibilizadas pelos *stakeholders* do projeto, tais como:

- Plano de assistência à saúde (atividades fim);
- Disponibilidade orçamentária e grau de prioridade da obra;
- Local para o desenvolvimento do projeto;
- Documentações necessárias: matrícula do imóvel registrada, existência de licenças anteriores como alvarás e habite-se no caso de reformas e/ou ampliações, consulta prévia à prefeitura acerca do local de implantação do EAS e outros documentos.

Já o levantamento de informações técnicas são elementos que subsidiarão e comporão a representação projetual, tais como:

- Levantamento topográfico, geológico, planialtimétrico e sondagens;
- Levantamentos climáticos, de incidência solar e de direção dos ventos;
- Levantamento da estrutura existente no caso de reformas e/ou ampliações;

- Informação sobre a localização, vizinhança, vias públicas e acessos;
- Levantamento de licenças, aprovações e trâmites legais necessários.

Após a conferência de tais dados poderá ser desenvolvido o programa de necessidades que representa, segundo a ABNT (2017), o conjunto sistematizado de necessidades humanas, socioambientais e funcionais para materialização do projeto, entendido também por Neves (2012) como a relação setorizada de todos os ambientes e elementos arquitetônicos previstos para o edifício.

No levantamento para início do projeto do edifício de saúde, o modelo BIM pode receber a inserção de dados e documentos relativos à edificação a ser projetada, carregando consigo informações sempre à pronta entrega para consultas tais como: endereço, matrícula do imóvel registrada, número de protocolo de licenças anteriores e atuais como alvarás e habite-se, entre demais possibilidades.

Também poderá ser efetivado o lançamento, no próprio modelo tridimensional, do estudo topográfico, geológico e planialtimétrico do terreno de implantação por meio de nuvens de pontos.

Nuvem de pontos é um sistema de coordenadas utilizado para medição tridimensional feito por meio de escaneamento a laser, muito utilizado na área da topografia e georreferenciamento. Ao lançar este sistema em um *software* BIM é possível gerar a superfície topográfica de forma virtual tal qual levantado *in loco*.

Ao georreferenciar o modelo no *software* BIM por meio das coordenadas geográficas do posicionamento do terreno e inserir informações bioclimáticas da região local é possível analisar dados climáticos tais como: incidência solar e direção dos ventos, permitindo rodar análises de estudo de sombreamento, temperaturas operativas estimadas e fluxo de ventos para subsidiar decisões projetuais.

Assim como pode ser utilizado o sistema de levantamento por escaneamento para incorporar estudos topográficos e planialtimétricos ao modelo BIM, também é possível fazer o uso da nuvem de pontos para mapeamento de estruturas existentes no local de intervenção projetual para levantamento cadastral, conforme demonstram as Figura 70 e Figura 71.

Figura 70 - Levantamento cadastral por nuvem de pontos da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fiocruz.



Fonte: PEREIRA; CORREIA, 2019

Figura 71 - Escaneamento do Hospital Erasto Gaertner de Curitiba procedido pela empresa Smart Sky Tech Hub em parceria com a RAC Engenharia.



Fonte: RAC ENGENHARIA, 2020d

O método de medição por scanner a laser permite que todo o ambiente construído seja transferido ao *software* BIM de forma tridimensional.

Uma sistemática que pode ser aplicada à elaboração do programa de necessidades e espacialização inicial de uma unidade de saúde planejada em BIM é a incorporação de algoritmo generativo de desenho, que representa um mecanismo de automação de criação de projetos baseado em pré-requisitos selecionados, tal qual as dimensões mínimas recomendadas pela RDC 50/2002.

Geralmente tal algoritmo é utilizado para programações arquitetônicas que necessitam atender a exigências pré-estabelecidas e que tenham a possibilidade de utilização de ambientes padronizados repetíveis (comumente ocorre tal padronização repetível na projeção de unidades de internação, conjunto de salas cirúrgicas e setor de consultórios ambulatoriais).

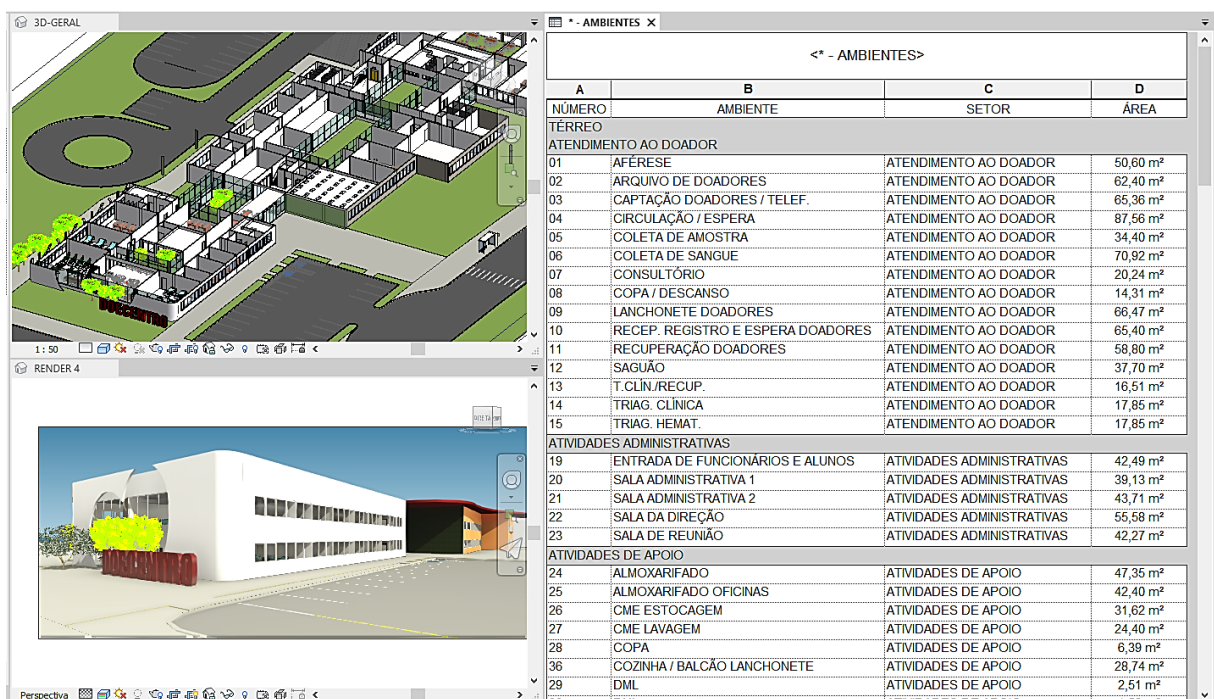
O uso do desenho generativo pode ser o ponto de partida para o projeto de um EAS quando alimentado pelos pré-requisitos estabelecidos pelas normativas e legislações vigentes, dando maior segurança ao atendimento às normas já no início do projeto para, então, proceder a posterior organização espacial e volumétrica do edifício, bem como, refinamento projetual sob a visão holística do projetista capacitado.

Caetano, Leitão e Teixeira (2016) afirmam que com o uso dessa sistemática é possível, em um curto espaço de tempo, gerar uma gama variada de soluções projetuais baseadas em parâmetros, interdependências e relações funcionais, evitando as tarefas repetitivas e morosas

necessárias à projeção. O Dynamo, o GenerativeComponents, o Lyrebird, e o RosettaBIM são alguns exemplos de extensões que permitem aos seus utilizadores explorarem abordagens generativas algorítmicas em *softwares* BIM.

Por meio do BIM, no feitiço do programa de necessidades do projeto, também é possível utilizar-se da elaboração automática da tabela de ambientes inseridos no modelo, possibilitando o pré-dimensionamento e a setorização inicial das salas necessárias ao perfil de atendimento de saúde a ser incorporado à edificação (nova, reformada ou ampliada), de forma a viabilizar os cálculos das metragens dos ambientes conforme zoneamento organizado no modelo BIM prévio, caracterizando o início do estudo de viabilidade do empreendimento de saúde por meio da espacialização e somatório de áreas, conforme demonstra a Figura 72.

Figura 72 - Ambientes setorizados e tabela de áreas gerada do projeto BIM de proposta para hemocentro de Palmas objeto da monografia de graduação da autora.



Fonte: LOURENÇO, 2017.

9.2 ESTUDO DE VIABILIDADE

O estudo de viabilidade, segundo a ABNT (2017), compreende três esferas: a viabilidade do edifício, do empreendimento e da viabilidade econômico-financeira.

Para todos os estudos das esferas citadas acima, faz-se necessário a análise da proposta da implantação como um todo, levando em conta aspectos legais, normativos, geográficos, estéticos, funcionais, de demanda de atendimento e planejamento de saúde, de custo de construção, de custo operacional, de tempo de retomo de recurso e obtenção de resultados.

Para Carvalho (2014a), o plano diretor hospitalar é uma ferramenta essencial para o planejamento das unidades de saúde, servindo de apoio para as análises de todos os aspectos citados acima.

Mendes (2018, p.18) aponta que, frente a complexidade da edificação da saúde, uma metodologia de plano de diretor que aborde a infraestrutura física é “imprescindível para se vencer os desafios do setor de saúde”.

O plano diretor pode ser representado de diversas formas – diagramas, desenhos, plantas, relatórios, vistas tridimensionais... – porém, na atualidade, junto a todos os avanços tecnológicos já conquistados pela humanidade, estranho seria se a forma de representação do planejamento hospitalar também não evoluísse, conforme também aponta Mendes (2018, p.136):

Sendo o BIM uma tecnologia que ajuda a gerenciar a colaboração multidisciplinar de forma mais eficaz na modelagem e análise de problemas espaciais e estruturais complexos, deverá tornar-se uma importante ferramenta para o planejamento físico hospitalar frente às demandas e tendências do mundo digital. Ao se modelar o edifício virtual no plano diretor, a visualização e o entendimento por parte dos gestores e demais profissionais envolvidos será facilitada, gerando-se mais informações para tornar-se mais ágil e precisa a tomada de decisões. (MENDES, 2018, p. 136).

Ao elaborar o plano diretor físico, por meio da tecnologia BIM, para o estudo de viabilidade da edificação de saúde é possível extrair do modelo informações assertivas para estimativas de custos, estudo de implantação no terreno e volumetria, viabilidade de implantação de unidades funcionais de acordo com a capacidade do local, análise de vias de acesso e quantitativo de vagas possíveis, estudos de capacidade operacional, programação e viabilidade das fases de construção, reformas e expansões atuais e futuras, entre demais dados que, por meio do modelo BIM, podem ser extraídos de forma quantificável, passível de simulações e análises automatizadas.

9.3 ESTUDO PRELIMINAR ARQUITETÔNICO E ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO

Ao se projetar na metodologia da Modelagem da Informação da Construção, o benefício mais visado é a geração de desenhos (cortes, fachadas, plantas...) de forma facilitada pela característica paramétrica do modelo BIM que, ao ser uma construção tridimensional virtual, possibilita várias formas de elaboração de desenhos 2D somente ao lançar de comandos básicos previstos nos *softwares*, ou seja, uma vez que se tem toda o edifício modelado pronto, qualquer corte 2D sairá da geração automática de vista bidimensional dos elementos que estão em vista a partir da linha de secção realizada no modelo.

Outro ponto positivo da construção tridimensional virtual é a possibilidade da criação de estratégias dinâmicas de visualização da proposta de projeto para aprovação junto a todos os interessados no projeto de forma facilitada por meio de realidade virtual, passeios virtuais, realidade aumentada, representações fotorrealistas em imagem e vídeos – *renders* (Figura 73), entre outras representações gráficas tecnológicas.

Figura 73 – *Renders* do modelo tridimensional do Hospital Alder Hey in the Park, em Liverpool, Inglaterra.





Fonte: PHIRI, 2016, p. 118 a 121

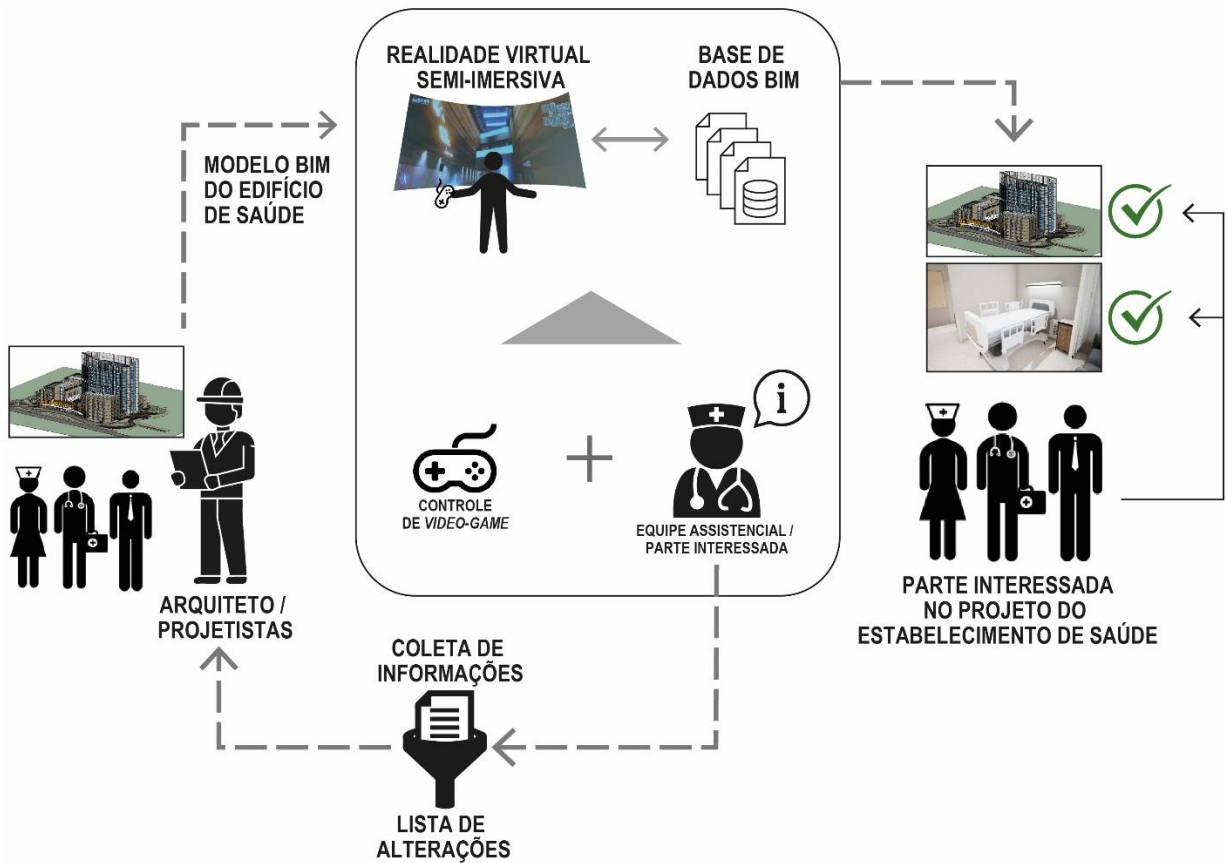
LIN et al. (2018) afirmam que o uso de tecnologias de realidade virtual em projetos de saúde podem aumentar a compreensão da proposta arquitetônica para as partes interessadas no processo (equipe médica, técnica, gestores...) e, por meio disso, reduzir a lacuna de comunicação entre a linguagem dos projetistas para a linguagem médica e operacional, melhorando o resultado final do projeto para ambas as partes.

Os autores comentam ainda que o projeto baseado em BIM pode ser programado de forma eficaz para simulação virtual integrada à motores de jogos interativos, o que hoje é conhecido como processo de gamificação²⁴, trazendo a possibilidade do desenvolvimento de ambiente de realidade virtual semi-imersivo, conforme demonstra a Figura 75.

Tal estratégia foi utilizada por LIN et al. (2018) no projeto de um centro de tratamento de câncer em Taiwan, seguindo o sistema do diagrama apresentado na Figura 74.

Figura 74 - Sistema do funcionamento da proposta de integração de simulação em realidade virtual por meio do BIM no processo de elaboração de projetos de EAS.

²⁴ Gamificação é um termo que consiste em utilizar recursos de jogos em outros contextos não relacionados. Conceito esse muito presente em estudos da indústria 4.0 (também chamada de Quarta Revolução Industrial) que representa a evolução por meio do advento um amplo sistema de tecnologias avançadas que estão mudando as formas de produção, modelo de negócios e demandas do mercado, tais como: inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem, entre demais tecnologias.



Fonte: adaptação e tradução da autora do diagrama disponível em LIN et al. 2018, p.132.

Figura 75 - Apresentação do projeto de um centro de tratamento de câncer utilizando realidade virtual semi-imersiva interativa por meio da gamificação.



Fonte: LIN et al., 2018, p. 138.

Outra sistemática possível por meio do modelo BIM, utilizando a mesma premissa da construção virtual abastecida de dados, é a rotação de análises e simulações de diversos tipos com foco na proposta arquitetônica, tais como: análise de incidência solar, sombreamento e iluminação, análise de ventos, dentre várias outras simulações possíveis.

Análises como a apresentada na Figura 76 subsidiam a tomada de decisões no partido arquitetônico, posicionamento e elementos agregados ao edifício para garantia de conforto ambiental.

Figura 76 - Estudo de incidência solar e sombreamento no modelo BIM realizado por meio do *software* Revit.

MANHÃ



TARDE

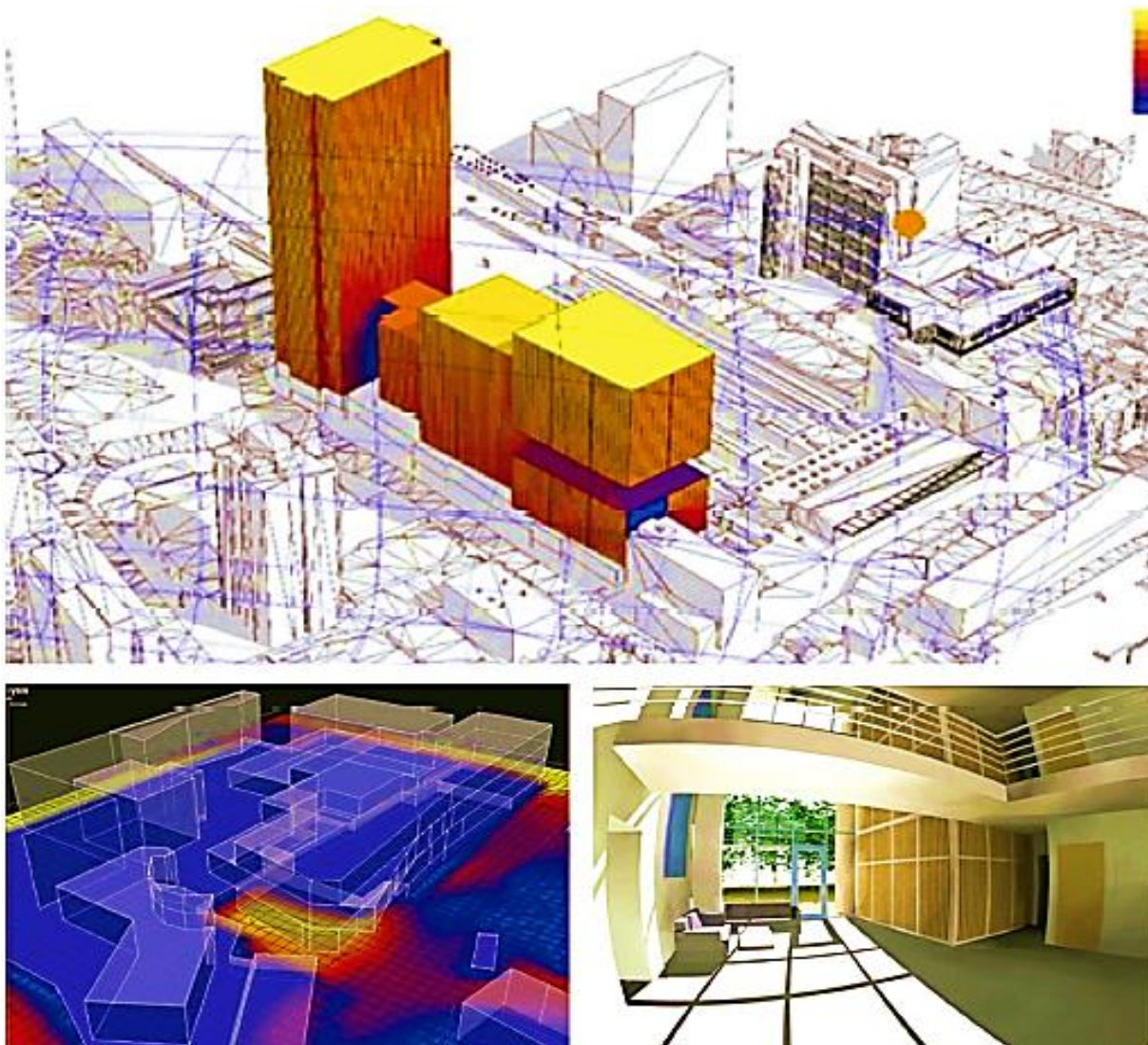


CARTA SOLAR DE PALMAS APLICADA - SOLSTÍCIO DE VERSÃO

| DATA: | 21/12/2017 | |
|----------------|--------------------------|---------|
| COORD: | -10.1987482, -48.3346284 | |
| HORA | ELEVAÇÃO DO SOL | AZIMUTE |
| 06:49:52 | -0.833 | 114 |
| 07:00:00 | 1.45 | 113.56 |
| 08:00:00 | 15.08 | 111.72 |
| MANHÃ 09:00:00 | 28.82 | 111.24 |
| 10:00:00 | 42.53 | 112.54 |
| 11:00:00 | 55.96 | 117.11 |
| 12:00:00 | 68.39 | 130.04 |
| 13:00:00 | 76.47 | 168.55 |
| 14:00:00 | 72.44 | 219.57 |
| 15:00:00 | 60.97 | 239.43 |
| 16:00:00 | 47.78 | 246.22 |
| TARDE 17:00:00 | 34.14 | 248.51 |
| 18:00:00 | 20.39 | 248.64 |
| 19:00:00 | 6.7 | 247.31 |
| 19:33:20 | -0.833 | 246 |

Fonte: LOURENÇO, 2017.

Figura 77 - Estudo de incidência solar do edifício interagindo com seu arredor construído, elaborado por HLM Architects.



Fonte: PHIRI, 2016, p. 213

Uma das mais preciosas análises automatizadas para edifícios de saúde, objeto de exigências de conformidade em diversos órgãos fiscalizadores, é a checagem de requisitos automática, que se entende por ser uma forma automatizada de checar se o projeto da edificação está atendendo aos parâmetros estabelecidos por normativas e legislações vigentes.

A verificação automática de regras é factível através de *softwares* que não modificam o modelo do projeto, mas o avalia com base na configuração de objetos, suas relações e atributos especificados, gerando resultados como "validar", "falhar", "avisar" ou "desconhecido" para casos em que os dados necessários estão incompletos ou ausentes (EASTMAN et al., 2009).

O primeiro país a considerar a utilização da análise de projetos digitalmente foi Singapura, que, em 1995, tomou iniciativa para implantação deste tipo de automação, passando a verificar

modelos BIM em um sistema chamado Corenet, que se tomou um notável exemplo da fiscalização digital de normas construtivas em projetos de edifícios (EASTMAN et al., 2009; MARTINS et al., 2016).

Esforços mais recentes para implantação de um sistema similar ao de Singapura já estão sendo aplicados na Noruega, Austrália, Reino Unido e Estados Unidos (EASTMAN *et al.*, 2009; REINO UNIDO, 2020a).

No caso de projetos para estabelecimentos assistências de saúde, tais regras poderiam ser validadas de acordo com o descrito pelas normas de acessibilidade, de salubridade e outras aplicáveis, a exemplo da ABNT NBR 9050 (2020), que versa sobre o desenho universal, das normativas de combate a incêndio e pânico do Corpo de Bombeiros e a RDC 50 (2002), dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.

Tendo em vista que, atualmente, as pranchas de projeto são vistoriadas uma-a-uma pelos analistas dos órgãos fiscalizadores, que têm por objetivo confrontar o desenho, medidas e disposição de cada ambiente, setores, acessos e circulações com o indicado pelas normas regulamentadoras de EASs, tal estratégia de checagem automática de atendimento à requisitos pode atuar diretamente na melhoria dos prazos longos e nas filas de protocolos pendentes de análises nestes órgãos.

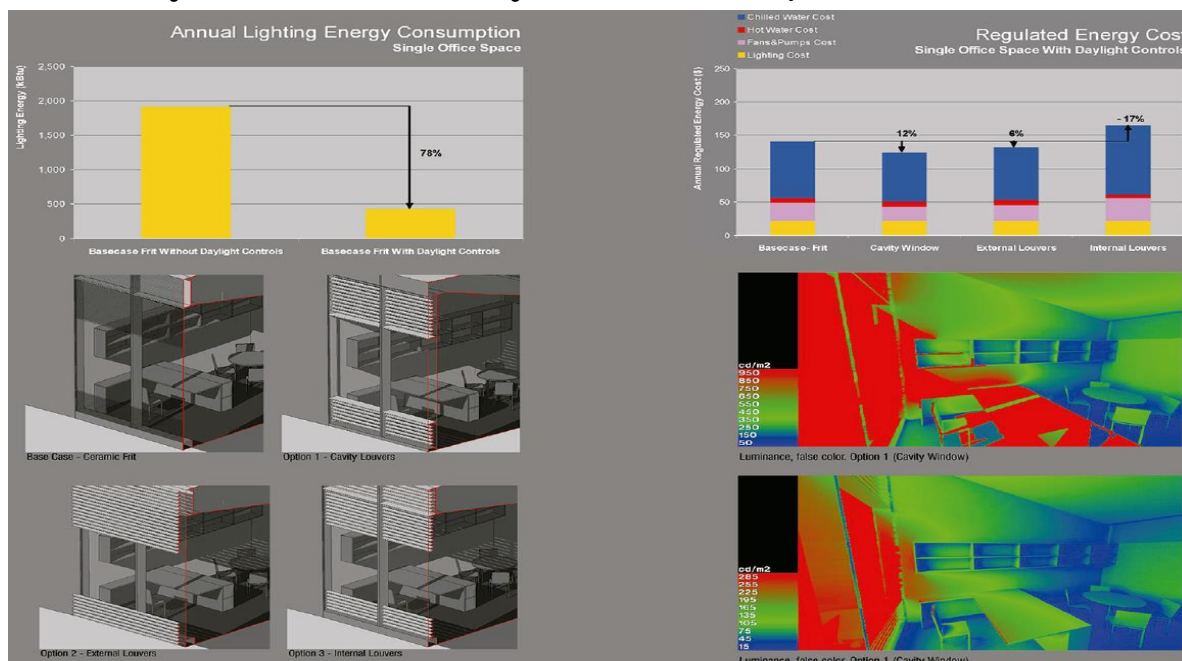
9.4 ESTUDO PRELIMINAR E ANTEPROJETOS COMPLEMENTARES

Ao construir virtualmente o modelo BIM é possível inserir componentes de especificação de infraestrutura abastecidos de dados de funcionamento, tais como: equipamentos de tratamento e condicionamento do ar, geradores, sistemas de iluminação, bombas hidráulicas, reservatórios hidráulicos, sistema de calefação, usina fotovoltaica e de aquecimento solar, equipamentos médicos gerais (monitores, cardioversores, ventiladores pulmonares...) e complexos (tomografia, ressonância magnética, PET-CT...), entre demais possibilidades.

Tais componentes, ao possuírem especificações atreladas ao seu bloco tridimensional, podem subsidiar vários tipos de rodagem automatizada de análises e simulações de funcionamento e eficiência, corroborando com o dimensionamento e projeção das instalações do edifício.

A figura a seguir demonstra uma análise de consumo de energia do sistema de iluminação atuando em conjunto à entrada de luz solar nas salas administrativas do Instituto de Pesquisa do Hospital Metodista de Houston nos Estados Unidos.

Figura 78 - Análise de consumo energético do sistema de iluminação de um EAS americano.

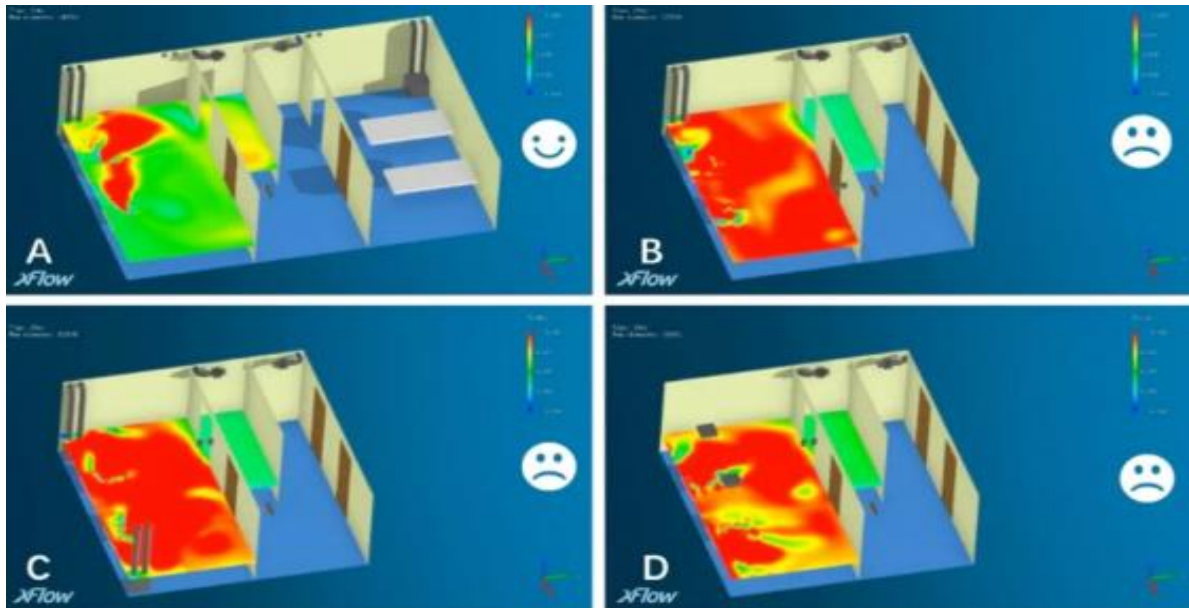


Fonte: PHIRI, 2016, p. 264.

Além permitir análises de eficiência energética e consumo, quando modelados em BIM os dutos do sistema central de condicionamento e tratamento do ar, é possível, ainda, realizar estudos para escolha da melhor estratégia para garantia da qualidade do ar circulado em um EAS.

Tal solução corrobora com a garantia da biossegurança, conforme exposto na apresentação de caso do hospital de campanha Leishenshan na China, onde a escolha da estratégia de exaustão e insuflamento do ar para as internações de isolamento respiratório de contingência do vírus Covid-19 realizou-se por meio da análise BIM da qualidade do ar conforme demonstra a figura que segue.

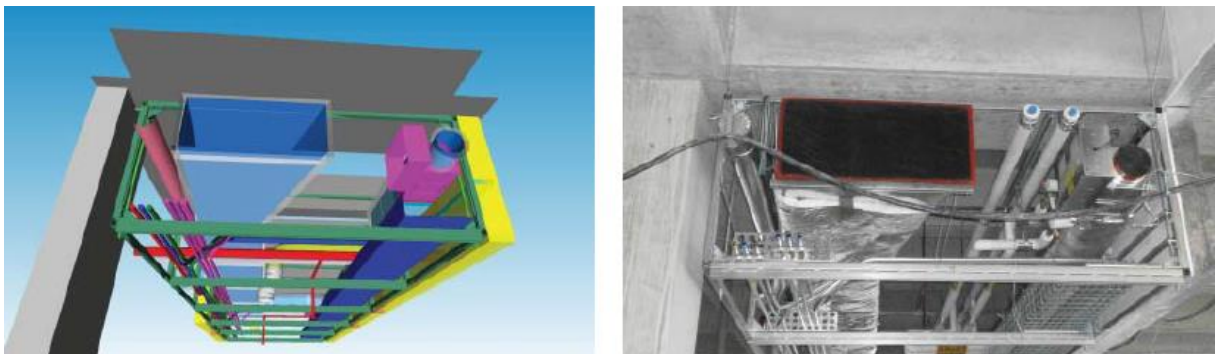
Figura 79 - Estudo da qualidade do ar do quarto de internação de isolamento respiratório do Hospital de Leishenshan erguido na China para combate a pandemia de Covid-19.



Fonte: LUO et al., 2020, p. 7.

Além de possibilitar tais análises, quando os projetos complementares são elaborados com um alto nível de detalhamento (ND), podem colaborar para a perfeita execução do projeto, uma vez que, é possível utilizar da representação gráfica tridimensional das instalações para gerar visualização que atuará como guia para replicar exatamente o projetado na construção real, tal como ilustra a figura a seguir.

Figura 80 - Calha de instalações projetada em BIM à esquerda e foto real da construção da mesma à direita.



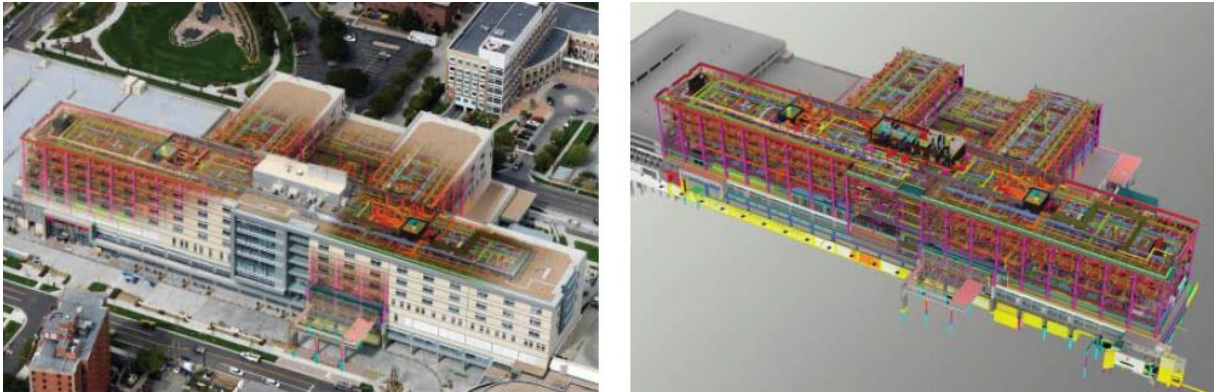
Fonte: SACKS et al., 2018, p. 476.

Sabendo da multidisciplinaridade das instalações da construção hospitalar, é fundamental que o projeto conte com todos os recursos necessários à garantia do claro entendimento, por parte da equipe de obra, de como proceder as execuções, logo, as representações tridimensionais podem ser consideradas um bom método para garantia da compreensão espacial do projeto.

Por meio do BIM é possível evidenciar todas as instalações unidas em um modelo federado (Figura 81), bem como, é possível destacar somente a instalação a qual se requer, sendo essa uma boa estratégia para apresentação dos projetos para os times segregados por disciplinas de

execução da construção, tal qual ilustra a Figura 82, permite de forma clara o entendimento dos caminhos dos dutos de exaustão da edificação do Instituto Médico Howard Hughes nos Estados Unidos.

Figura 81 - Modelo federado BIM do Hospital Saint Joseph de Denver à direita e o mesmo modelo demonstrando as instalações por meio da alvenaria oculta.



Fonte: SACKS et al., 2018, p. 469.

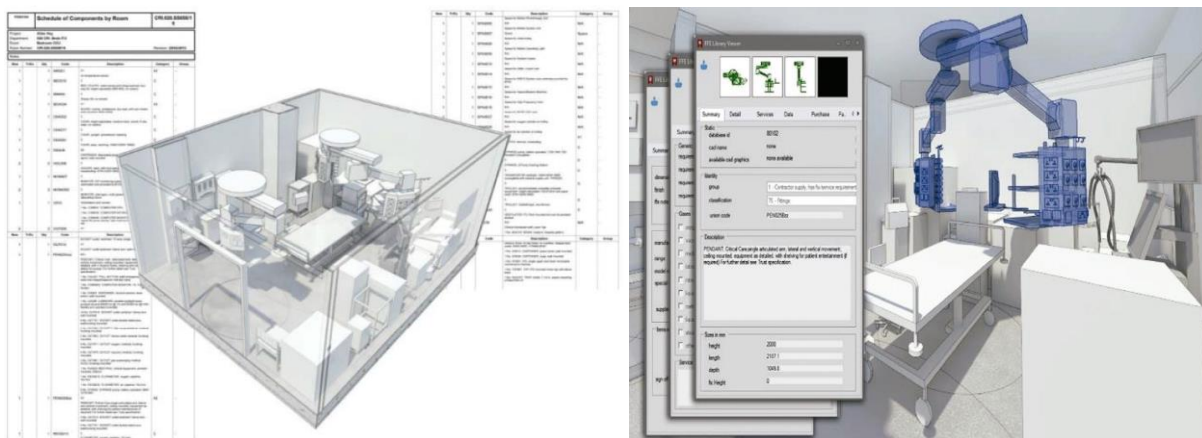
Figura 82 - Dutos de exaustão evidenciados no modelo BIM de um projeto de instituto médico.



Fonte: SACKS et al., 2018, p. 580.

Tal característica de representação com exatidão viabilizada pelo modelo BIM também corrobora com as especificações e projetos para engenharia clínica. Por meio da construção virtual é possível inserir componentes de equipamentos médicos e com todos os dados necessários à sua perfeita instalação, possibilitando inclusive a facilidade de acesso à informação e geração de tabelas automáticas de especificações técnicas a respeito do parque tecnológico do empreendimento, conforme demonstra a imagem a seguir retirada de estudo de caso apresentado em bibliografia estrangeira (PHIRI, 2016).

Figura 83 - Modelo da sala cirúrgica do Alder Hey in the Park, projetado por BDP Architects, abastecido de dados que permite a criação de planilha de dados de especificações.



Fonte: PHIRI, 2016, p. 123–124.


A empresa fabricante de equipamentos médicos General Eletrics (GE HEALTHCARE, 2020) já fornece componentes (famílias) em BIM para *download* em seu site oficial (Figura 84). A tendência é que cada vez mais fornecedores disponibilizem tais arquivos para contribuir no processo de projeto, uma vez que, ao projetar com o bloco tridimensional fornecido pelo próprio produtor, as medidas, parâmetros e dados abastecidos no componente serão mais fidedignas e resultarão em uma projeção mais rápida, assertiva e realista conforme demonstrado na

Figura 85.

Figura 84 - Site oficial da fabricante de equipamentos médicos GE Healthcare onde são disponibilizados componentes BIM para *download*, apresentando na imagem a aba para escolha de modelos de equipamentos para Medicina Nuclear.

[Back](#) | [Site Planning - Support](#) | [POWER QUALITY](#) | [COMPUTED TOMOGRAPHY](#) | [GOLDSEAL](#) | [INTERVENTIONAL IMAGING](#) | [LUNAR - BONE MINERAL DENSITOMETRY](#) | [MAGNETIC RESONANCE IMAGING](#) | [NUCLEAR MEDICINE / PET](#)

Nuclear Medicine / PET







Nuclear Medicine

Our products lead the way to help solve the most challenging dilemmas facing nuclear medicine.


GE Healthcare has made reasonable efforts to ensure the pre-installation manuals on this Web portal are current and the drawings conform to requirements of the applicable pre-installation manuals. **The drawings on this Web portal were produced to assist with site planning and are not intended for use as construction drawings. GE Healthcare is not responsible for any damages resulting from the use of such drawings for construction purposes.**

Compliance with all applicable local, state, and federal laws and regulations is the responsibility of the customer or its designated architect(s) and engineer(s). Please keep in mind the information in these pre-installation manuals and drawings is dynamic and is subject to change without notice. It is the responsibility of the customer or its designated architect(s) and engineer(s) to ensure they have the latest equipment or product information.

For questions or to provide feedback please use the following survey [HPM Site Planning](#).

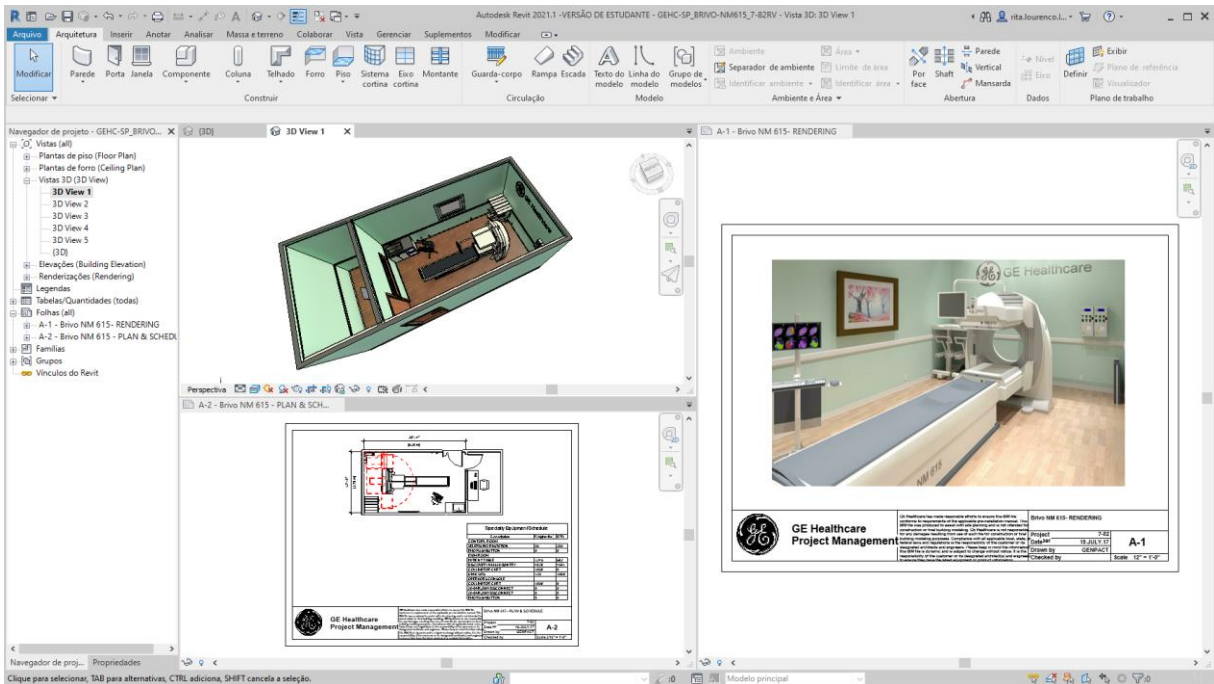
| Product | DWG | 3D PDF | BIM (Revit) | Preinstall Manual | Typical Final Drawing |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Nuclear Medicine Products | | | | | |
| Brivo NM 615 | 7-82D | 7-82R | 7-82RV | 5429007-1EN Rev 6 | 7-82f |
| Brivo NM 615 - Table Free | 7-90D | 7-90R | 7-90RV | 5483120-1EN Rev 4 | 7-90f |
| Discovery NM 530c | 7-70D | 7-70R | 7-70RV | 5454095-1EN Rev 1 | 7-70f |
| Discovery NM 630 | 7-78D | 7-78R | 7-78RV | 5491539-1EN Rev 7 | 7-78f |
| NM 830 | 7-78D | | | 5491539-1EN Rev 7 | 7-78f |
| Discovery NMCT 670 | 7-76D | 7-76R | 7-76RV | 5483063-1EN Rev 8 | 7-76f |

 Usamos cookies para personalizar e melhorar sua experiência no nosso site. [Acesse a nossa](#) [para saber mais ou gerenciar suas preferências pessoais na nossa](#)

[ACEITAR](#) | [OPÇÕES](#) | [DECLINAR](#)

Fonte: GE HEALTHCARE, 2020.

Figura 85 - Modelo com componente BIM disponibilizado pelo próprio fabricante, GE Healthcare, aberto no software Revit.



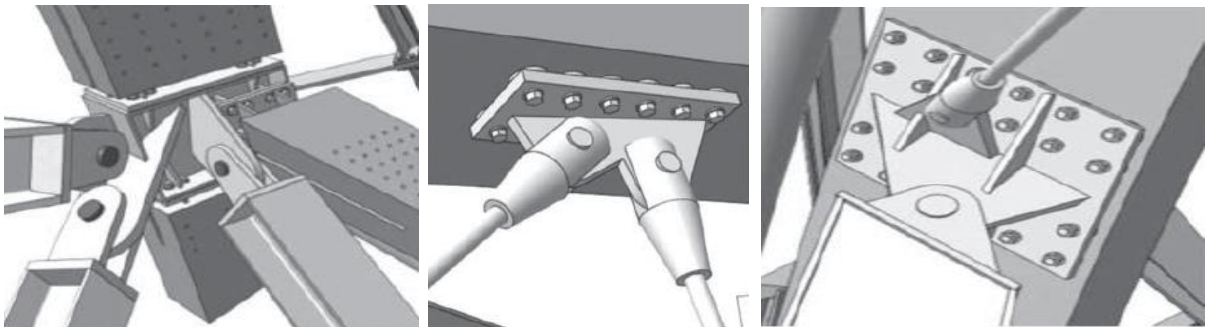
Fonte: elaborado pela autora utilizando arquivo disponibilizado por GE HEALTHCARE, 2020.

9.5 PROJETOS EXECUTIVOS ARQUITETÔNICOS E COMPLEMENTARES

Ao construir virtualmente a obra completa da edificação de saúde por meio do BIM é possível obter projetos executivos mais precisos e recheados de possibilidades de representações utilizando os recursos disponíveis de geração de desenhos, perspectivas, secções tridimensionais, plantas humanizadas, vistas fotorrealistas, vistas 3D interativas, proporcionando uma gama maior de recursos para subsidiar a correta execução conforme planejado no projeto (Figura 87).

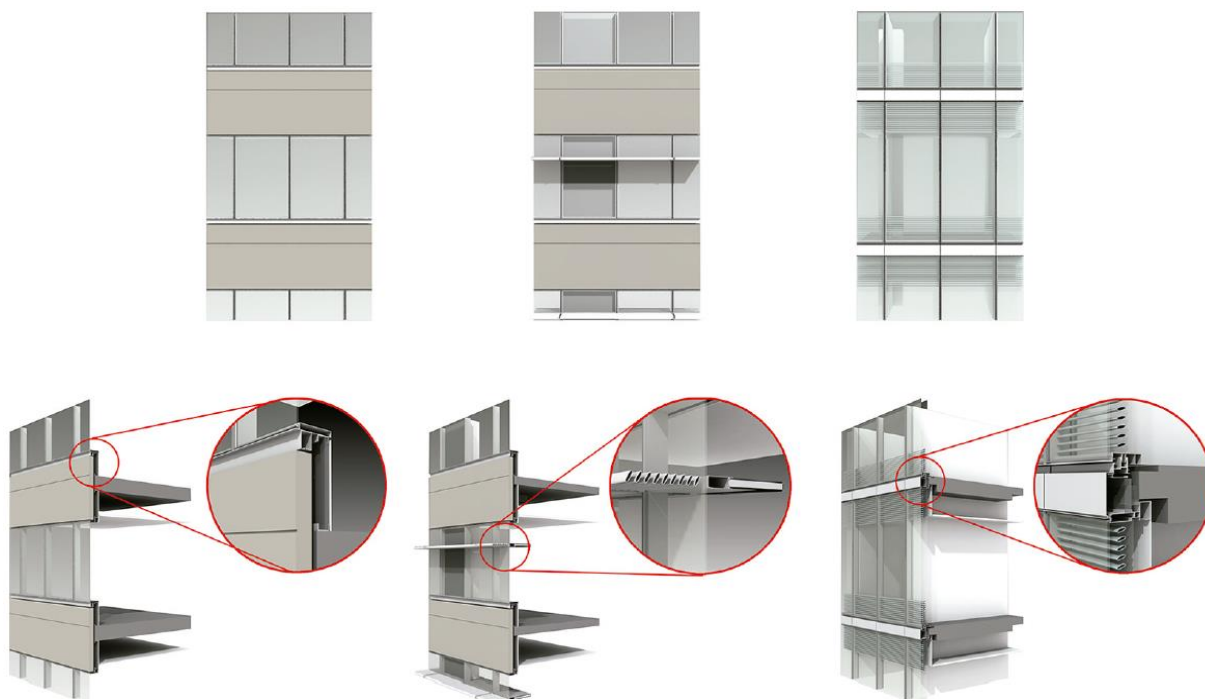
Quanto maior o nível de detalhamento (ND) dos elementos inseridos no modelo, mais de ampliam as possibilidades de representação gráfica com exatidão, incluindo a geração automática de tabelas de quantitativos e especificações que são, simultaneamente, atualizadas a qualquer modificação no modelo, podendo até constar quantidades de pequenos itens tais como parafusos (Figura 86).

Figura 86 - Modelo BIM estrutural com nível de detalhamento alto para execução.



Fonte: SACKS et al., 2018, p. 434.

Figura 87 - Detalhamento da execução de trechos da fachada do Instituto de Pesquisa do Hospital Metodista de Houston.



Fonte: PHIRI, 2016, p. 264.

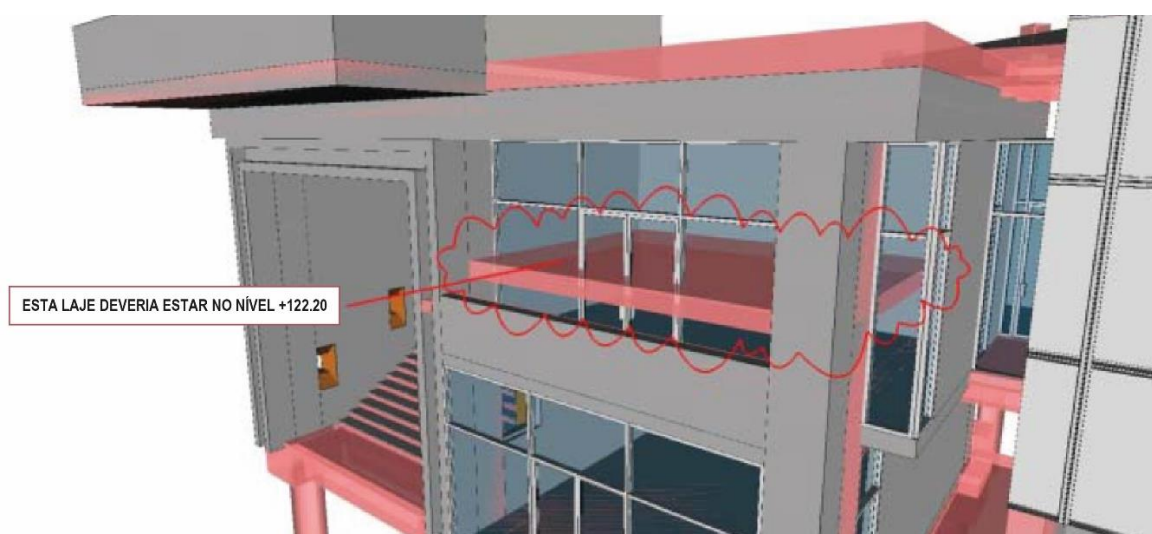
A geração de tabelas de especificações e quantitativos exatos conforme o projeto feita por meio automatizado disponível na tecnologia BIM tende a minimizar erros de compras, que costumam onerar e atrasar obras, bem como, favorece a auditoria dessas informações para análises de *compliance*, garantindo a transparência das informações e gastos.

Outra possibilidade que se abre com a construção virtual do modelo federado é o procedimento de compatibilização automática, um processo rápido de checagem de conflitos entre as estruturas e instalações projetadas, conhecida pelo termo *clash detection*.

O *clash detection* pode ser feito em pouco tempo, reduzindo a morosidade que até hoje vigora nos processos de detecção de incompatibilidades feito por sobreposição de desenhos na plataforma CAD e observação exaustiva de cada parte do projeto de forma manual pela equipe de projetistas.

Para edifícios de saúde, tal proposta automatizada se caracteriza como ideal devido à quantidade de projetos elaborados para sua construção. Para hospitais de grande porte é certo que técnicas como o *clash detection* podem reduzir muito os custos de intervenções para compatibilização em obra, período esse onde refazer toda uma instalação pode levar muito tempo e onerar de forma expressiva o orçamento previsto.

Figura 88 - Exemplo de conflito detectado no modelo BIM.



Fonte: SACKS et al., 2018, p. 519, com tradução livre pela autora.

Importante salientar que, desde a etapa de anteprojeto até a liberação do *as built*, sendo ainda mais necessário na elaboração dos executivos, o feito dos projetos em BIM pode ser realizado de forma simultânea para todas as disciplinas, inclusive com projetistas trabalhando em diferentes partes do mundo ao mesmo tempo e, ainda, com frentes de trabalho de obra sendo executadas enquanto outras disciplinas ainda trabalham no desenvolvimento de seu escopo de projeto.

Esta forma de trabalho recebe o nome engenharia simultânea, que possui como cerne os seguintes conceitos atrelados: produção integrada ao processo de desenvolvimento, uso de sistemas de tecnologia da informação, gestão e coordenação de projetos, utilização de banco de dados, tecnologia *non-stop*²⁵ de comunicação entre todos os interessados, técnicas de padronização e racionalização de produtos, produção de produtos pré-fabricados e guias de montagens *in loco* e equipe multidisciplinar integrada. O objetivo desta técnica na indústria AEC é encurtar e tornar mais eficiente o ciclo de desenvolvimento do produto de projeto e construção (CURSOS MÓDULOS, 2020).

Os casos de hospitais de campanha para combate à pandemia de Covid-19 aqui referenciados são exemplos de construções realizadas pela técnica da engenharia simultânea. De forma prática, para reduzir o tempo de construção para atender a urgência da demanda, pode-se dizer, a título de exemplo, que enquanto o terreno já estava sendo preparado para receber a fundação previamente projetada, as fábricas de pré-moldados atuavam na execução dos elementos de estrutura e vedação, bem como, no mesmo meio tempo, estavam sendo elaborados os detalhamentos dos projetos de mobiliários.

²⁵ *Non-stop* é um termo de origem da língua inglesa que significa algo sem pausas, sem interrupções, atuante de forma contínua e duradoura.

10 BIM APLICADO AO EAS NA FASE DE OBRA

10.1 ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Ao atribuir parâmetros aos elementos construtivos inseridos no modelo BIM, é possível entrar com valores de custos unitários respectivos, o que possibilita a geração de tabela automática de levantamento de quantitativos com a inserção de uma coluna para o atributo “preço”, logo, torna-se viável, dentro do próprio *software*, adicionar cálculo de quantidade multiplicado pelo custo, possibilitando a exportação de tais dados, ou até mesmo proceder a linkagem auto atualizável do modelo, para programas específicos de orçamentação e elaboração de cronogramas físico-financeiros de obra, incluindo a solução de subdivisão das planilhas por etapas de construção, por pavimentos, por setor e, caso venha a ser necessária alguma alteração na proposta projetual, o retrabalho é consideravelmente reduzido.

Tal estratégia de orçamentação tende a ser mais rápida e mais precisa, uma vez que, o levantamento de quantitativos para orçamentos ainda é realizado por muitos de forma manual via CAD, demandando muito tempo e atenção para que não passe nada despercebido, estando sujeito a erros, o que se concretiza como objeto de grande pressão ao profissional envolvido, pois os orçamentos, principalmente de obras públicas, possuem uma margem de erro permitida e configuram documentos de grande importância para definição de investimentos e prazo da obra, podendo até mesmo o orçamentista ser responsabilizado judicialmente por falhas cometidas (GOLÇALVES JR, 2017).

Para além das possibilidades existentes dos tradicionais *softwares* BIM, já há *plugins*, nacionais e estrangeiros, disponíveis no mercado para auxiliar no processo da orçamentação. A figura a seguir apresenta uma imagem da tela do plugin OrçaBIM da empresa nacional OrçaFascio em atuação em um modelo BIM criado no Revit.

Figura 89 – Imagem da tela do Revit atuando com o Plugin OrçaBIM para orçamento de obra.

| Item | Código | Banco | Descrição | Unid. | Quant. | V. Unitario | Valor (BDI) | Total |
|-------|-------------|--------|--|----------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| 1 | | | SERVIÇOS PRELIMINARES | 1 | | | | 193.771,34 |
| 1.1 | 74209/... | SINAPI | PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | m ² | 366,17 | 474,17 | 474,17 | 173.626,83 |
| 1.2 | 73822/... | SINAPI | LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO COM REMOCAO... | m ² | 60,71 | 0,53 | 0,53 | 32,18 |
| 1.3 | 73960/... | SINAPI | INSTAL/LIGACAO PROVISORIA ELETRICA BAIXA TENSAO... | un | 1,00 | 1.358,24 | 1.358,24 | 1.358,24 |
| 1.4 | 74220/... | SINAPI | TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6M... | m ² | 206,86 | 50,29 | 50,29 | 10.402,99 |
| 1.5 | 74210/... | SINAPI | BARRACAO PARA DEPOSITO EM TABUAS DE MADEIRA... | m ² | 18,50 | 347,96 | 347,96 | 6.437,26 |
| 1.6 | 73935/... | SINAPI | ALVENARIA EM TUOLO CERAMICO FURADO 9X19X19C... | m ² | 0,00 | 71,76 | 71,76 | 0,00 |
| 1.7 | 73935/... | SINAPI | ALVENARIA EM TUOLO CERAMICO FURADO 9X19X19C... | m ² | 0,00 | 71,76 | 71,76 | 0,00 |
| 1.8 | 72120 | SINAPI | VIDRO TEMPERADO INCOLOR, ESPESSURA 10MM, FOR... | m ² | 4,20 | 268,94 | 268,94 | 1.129,55 |
| 1.9 | 73910/... | SINAPI | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA O... | un | 1,00 | 784,29 | 784,29 | 784,29 |
| 2 | | | PAVIMENTO TIPO | 7 | | | | 436.113,33 |
| 2.1 | 2.73935/... | SINAPI | ALVENARIA | 1 | | | | 305.696,88 |
| 2.2 | 2.73935/... | SINAPI | ALVENARIA EM TUOLO CERAMICO FURADO 9X19X19C... | m ² | 608,7 | 71,76 | 71,76 | 305.696,88 |
| 2.2.1 | | | Esquadras | 1 | | | | 130.416,45 |
| 2.2.2 | 2.72120 | SINAPI | VIDRO TEMPERADO INCOLOR, ESPESSURA 10MM, FOR... | m ² | 18,65 x 7 | 268,94 | 268,94 | 35.110,12 |
| 2.2.3 | 2.73910/... | SINAPI | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA O... | un | 4,00 x 7 | 784,29 | 784,29 | 21.960,12 |
| 2.2.4 | 2.73910/... | SINAPI | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA O... | un | 8,00 x 7 | 784,29 | 784,29 | 43.920,24 |
| 2.2.5 | 2.73910/... | SINAPI | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA O... | un | 4,00 x 7 | 784,29 | 784,29 | 21.960,12 |
| 2.2.6 | 2.72119 | SINAPI | VIDRO TEMPERADO INCOLOR, ESPESSURA 8MM, FORN... | m ² | 1,00 x 7 | 213,31 | 213,31 | 1.493,17 |

Fonte: ORÇAFASCIO, 2018

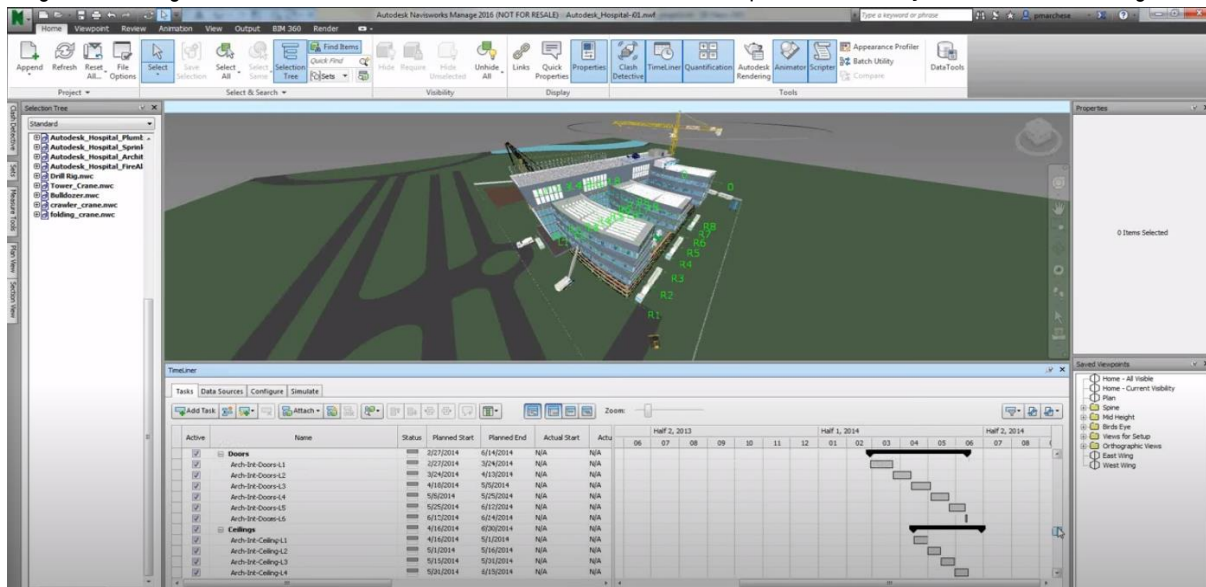
Tais *plugins* geralmente possuem a opção da linkagem da coleta de informações de preços à consagrados compêndios de custos da construção civil tais como: Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos da Editora Pini). Esses links favorecem a automatização da precificação e colaboram principalmente com orçamento de obras públicas que, geralmente, precisam obedecer a regras de transparência na hora da determinação de custos.

Para programar as frentes de obras para uma construção, há *softwares* BIM que auxiliam na montagem de cronogramas interativos e ilustrativos do faseamento construtivo por meio do modelo BIM, incluindo a integração total ao modelo central de forma que as atualizações de projeto, especificação e programação atualizem de forma automática e simultânea entre tais produtos de documentação da construção.

Para a edificação de saúde, tal método de planejamento, ao poder ser facilmente entendido pelo pessoal de obra, por meio sua característica ilustrada (Figura 90), pode favorecer muito a garantia da segurança ao paciente e a redução do risco da perda de insumos preciosos durante reformas e/ou ampliações.

Ao reformar uma área dentro de uma unidade hospitalar que permanecerá em funcionamento é necessário deixar bem claro os processos, etapas, duração e momento de entrada das frentes de obras para que o serviço possa ser contingenciado da maneira mais segura e mais rápida possível, principalmente quando há insumos correntes nas instalações que sofrerão intervenção como, por exemplo, na rede de gases medicinais – ou seja, caso não haja uma boa programação de contingência do fornecimento dos gases por meio das tubulações é possível que boa parte do material se esvaia enquanto as intervenções na instalação dos mesmos seja feita, inclusive podendo atingir efeitos piores como o corte no fornecimento de gases nos leitos de pacientes.

Figura 90 - Imagem da tela do *software* Navisworks com o modelo BIM hospitalar de simulação de obras e o cronograma.



Fonte: (MICRODESK, 2015)

O *software* Navisworks é um exemplo de sistema BIM que contempla o gerenciamento de informações da construção. Por meio deste *software* é possível, segundo a fabricante (AUTODESK, 2020c):

- Combinar dados de projeto e construção em um único modelo;
- Identificar e resolver conflitos e problemas de interferência antes da construção (*clash detection*);
- Coordenar várias especialidades e disciplinas de projeto e obra;
- Animar e interagir com objetos de modelo para simulação da construção;
- Criar cronogramas diretamente de modelos do projeto;
- Importar cronogramas e itens de custo de aplicativos externos de gerenciamento de projeto;
- Levantar medidas, áreas e quantitativos, bem como, contagens de folhas 2D ou modelos 3D.
- Criar visualizações sincronizadas de projeto que combinam arquivos do Revit e do AutoCAD, incluindo a geometria, as imagens e os dados;
- Exportar dados de levantamento para planilhas Excel.

10.2 DOCUMENTAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE OBRA

Apesar de folhas impressas em grandes dimensões, ou seja, pranchas de projeto, ainda serem muito utilizadas no canteiro de obras, cada vez mais empresas têm aderido à utilização de suportes tecnológicos, tais como *smartphones* e *tablets* para auxiliar no processo da compreensão do projeto para a perfeita execução.

Uma pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2020) revela que há 342 milhões de dispositivos portáteis em uso no Brasil, ou seja, 1,6 unidade por habitante. Situação essa que leva a crer que boa parte da população do país possui acesso à algum tipo de tecnologia móvel e que, provavelmente, sempre haverá alguém presente no canteiro de uma obra portanto algum *smartphone* e que, caso venha a ser necessário, pela diversidade existente de preços para se ter acesso a este tipo de equipamento, não seria algo custoso para a construtora responsável realizar a aquisição para uso das equipes.

Tendo em vista tal realidade, empresas nacionais como a RAC Engenharia estão fazendo uso de QR Codes, disponibilizados em vários locais da obra, para consulta aos projetos. Tal estratégia, quando aliada ao modelo BIM, permite maior interatividade para compreensão tridimensional do elemento a ser construído, conforme demonstrado na figura que segue.

Figura 91 - Colaborador da RAC Engenharia utilizando o QR Code em obra e, à esquerda, imagem disponibilizada por Leite, (2019) demonstrando a utilização do modelo BIM para visualização 3D da obra.

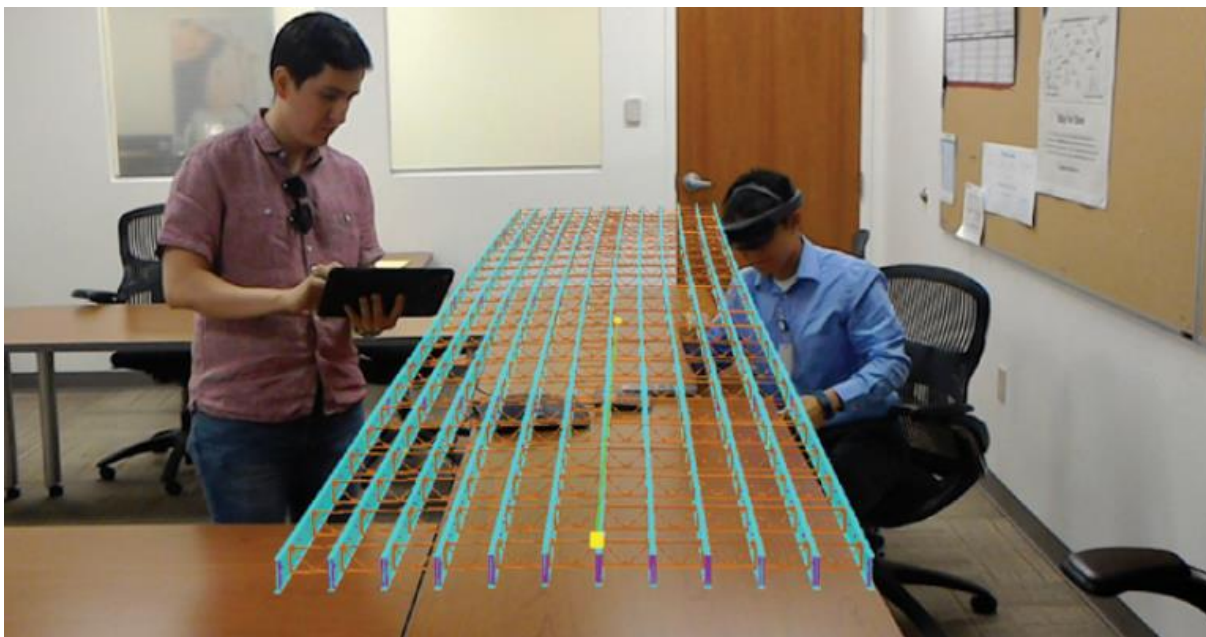


Fonte: RAC ENGENHARIA, 2020e

A sistemática da realidade aumentada (RA) também pode ser utilizada como estratégia para apresentação da estrutura a ser construída para os colaboradores responsáveis em obra.

Por meio da RA é possível visualizar o modelo do elemento em diversas escalas, inclusive a escala real no rescindo onde encontra-se o operador e o visualizador. A plataforma de utilização da tecnologia pode ser um dispositivo móvel (*smartphone* ou *tablet*), bem como, óculos de realidade virtual (RV) conforme a montagem demonstrativa que segue:

Figura 92 – Montagem de demonstração da visualização de elemento estrutural tridimensional pela realidade aumentada.

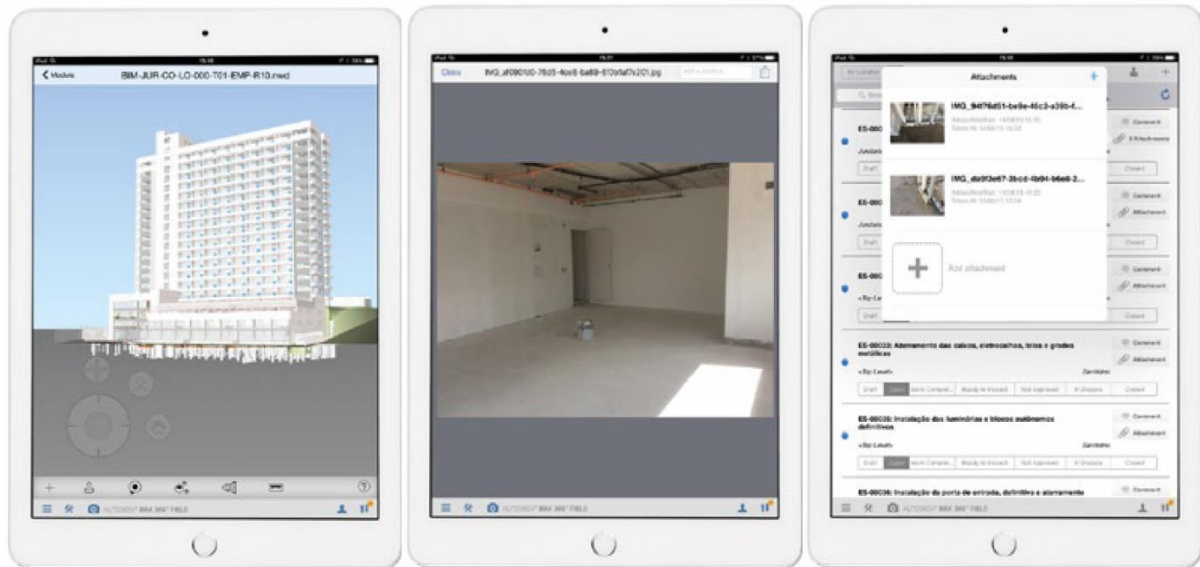


Fonte: (LEITE, 2019, p. 119)

Outro benefício trazido pelo uso de dispositivos portáteis em obra é a capacidade de registrar, em fotos e planilhas, os elementos construídos e as adaptações construtivas que se fizerem necessários para envio, em tempo real por meio de plataforma colaborativa, à equipe de projetistas para atualização do modelo objetivando a produção de documentação e projetos conforme construídos (*as built*).

São exemplos do uso desta estratégia os sistemas SPOTNIC, conforme já apresentado no caso de referência do Royal Adelaide Hospital da Austrália, e o SIGPRO, desenvolvido pela CCDI (Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliário) evidenciado na figura que segue.

Figura 93 - Telas do sistema SIGPRO da evidenciando o modelo BIM 3D e o compartilhamento de informações de obras



VIZUALIZAÇÃO DO MODELO 3D

FOTO TIRADA E ARMAZENADA COMO EVIDÊNCIA

NÃO CONFORMIDADE COM ANEXO

Fonte: CBIC, 2016, p. 67–69.

Segundo consta em publicação da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016), os principais benefícios conquistados, por meio do uso do sistema SIGPRO integrado ao modelo BIM, pela empresa CCDI foram:

- Maior integração entre escritório e obras;
- Informações disponíveis com maior velocidade, confiabilidade e rastreabilidade;
- Redução do consumo de papel nas obras;
- Tomadas de decisão mais ágeis e precisas, com a participação de todas as áreas envolvidas;
- Ganhos de produtividade na produção/execução dos serviços;
- Gestão mais eficaz e eficiente, com maior domínio sobre prazo, custo e qualidade dos serviços e produtos.

10.3 DOCUMENTAÇÃO CONFORME CONSTRUÍDO (AS BUILT)

Sabe-se que o registro da construção conforme construído (*as built*) é importante para todo o tipo de edificação, independentemente da forma como ela foi projetada, pois com tal documentação é possível reduzir erros críticos ao intervir em qualquer parte da infraestrutura construída.

Sendo todo EAS, principalmente unidades hospitalares que, segundo Brasil (1995), se configuram como um organismo dinâmico sempre em mutação – paredes e divisórias são seguidamente removidas, deslocadas e acrescidas; novos equipamentos demandam novos suportes,

ambientes e instalações – é de suma importância que seus registros de projeto estejam sempre sendo atualizados para subsidiar tais intervenções, sob pena de acidentes onerosos e difíceis de se remediar e, até mesmo, pôr vidas em risco.

O *as built* por meio do BIM se caracteriza, então, como registro tridimensional da construção tal qual construída que, além de servir de registro, atua como sistema facilitador do levantamento de informações sobre a edificação, colaborando com processos de manutenção e gestão do edifício.

Os benefícios de se ter um modelo *as built* continuamente atualizado da estrutura física vai além da garantia de segurança e facilidade para proceder intervenções da infraestrutura, pode chegar a níveis de inserção de técnicas responsivas de IoT²⁶ (*Internet of Things*, em português Internet das Coisas).

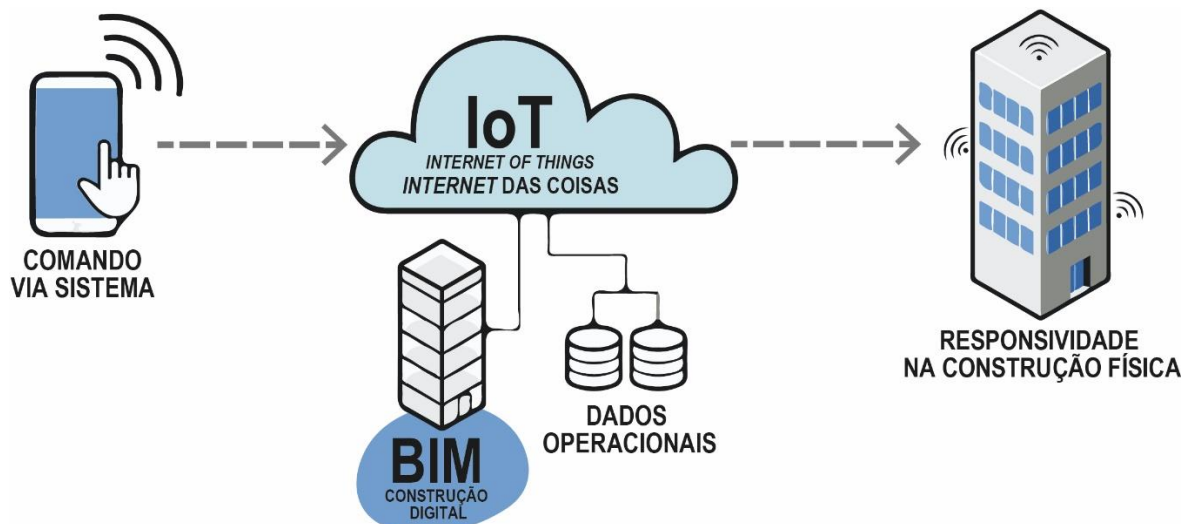
Na linguagem do *Building Information Modelling*, o *as built* responsivo do projeto pode ser chamado de Gêmeo Digital – termo traduzido advindo do conceito de *Digital Twin*.

De forma prática, o Gêmeo Digital de uma edificação consiste em um modelo tridimensional virtual contendo todos os elementos constituintes do edifício real construído – fundações, estrutura, vedações, instalações, acabamentos, mobiliários e equipamentos e outros sistemas integrantes da edificação – conectados de forma interativa com sua réplica física original, podendo receber entrada de dados em tempo real e produzir previsões ou simulações de como o ativo original será afetado por essas informações inseridas.

Destaca-se, ainda, a possibilidade, que se abre junto à utilização de tal estratégia, de se ter real controle do construído por meio do modelo digital, incorporando a IoT para manipulação de sistemas de infraestrutura, tais como: ações de ligar e desligar luzes e equipamentos, redirecionamento de brises, abrir e fechar de cortinas automatizadas, dentre várias possibilidades de controle e automação (MACEDO, 2019).

Figura 94 - Diagrama do funcionamento da Internet das Coisas aplicada ao modelo BIM para responsividade no edifício.

²⁶ A sigla IoT, utilizada para redução do termo *Internet of Things* (Internet das Coisas), se refere a uma revolução tecnológica que tem como objetivo conectar os itens usados do dia a dia à rede mundial de computadores, com a premissa de que, cada vez mais, o mundo físico e o digital se tornem um só, por meio de dispositivos que se comunicam com os outros, os data centers e nuvens (ZAMBARDA, 2014).



Fonte: adaptação e tradução da autora do diagrama de autoria de Nando Mongollon, disponibilizado por MACEDO, 2019.

11 BIM APLICADO À GESTÃO DO EDIFÍCIO DE SAÚDE

11.1 MANUTENÇÃO

Segundo Araujo (2008), o conceito de manutenção se dá pelo conjunto de serviços e atividades que objetivam conservar e/ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes para atender às necessidades e à segurança dos seus usuários.

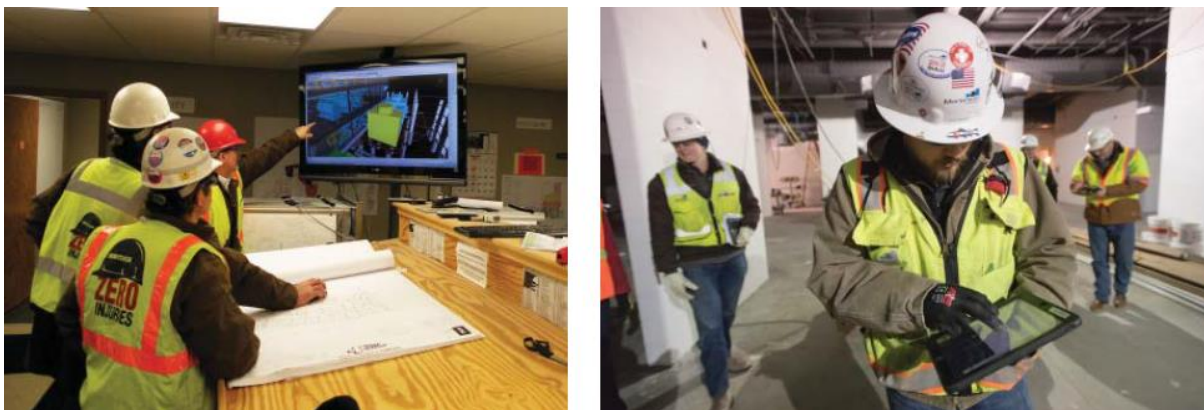
Ante exposto e, considerando a quantidade de disciplinas construtivas envolvidas em uma edificação de saúde, considera-se que a manutenção predial é serviço essencial à terapia hospitalar. Sem ela não haverá reposição de gases medicinais, fluxo contínuo de abastecimento elétrico e hidráulico comuns e específicos para equipamentos médicos, garantia da segurança por meio da regularidade do funcionamento das instalações de combate a incêndio e pânico e outros fatores relacionados à integridade do ambiente de prestação de assistência à saúde.

Por meio do *as built* em modelo BIM é possível facilitar a ação da manutenção, seja corretiva ou preventiva, uma vez que tal construção virtual abriga os registros de todas as instalações e especificações do edifício construído e seus equipamentos.

É uma realidade que o uso de dispositivos móveis para apoio à manutenção auxilia no processo de identificação das instalações muitas vezes ocultas em *shafts* e alvenarias. Inclusive, atualmente, já é viável utilizar-se de georreferenciamento para localizar elementos construídos dentro de um edifício.

A figura que segue demonstra o uso do modelo BIM para localização de estrutura de instalação em um edifício por meio de tela visualizada pela equipe e, também, o uso de tablet para consulta ao projeto *in loco*.

Figura 95 - Foto da equipe identificando elemento construtivo no modelo BIM à direita e, à esquerda, agente de obra utilizando o tablet *in loco*.



Fonte: SACKS et al., 2018, p. 479.

Tal estratégia facilita processos de manutenção por meios simplificados, ilustrados e interativos utilizando o modelo BIM, melhorando a forma normalmente utilizada – com pranchas de papel, PDFs ou desenhos CAD – para encontrar tubulações, registros, circuitos, quadros elétricos, dutos e equipamentos de infraestrutura para reparos e, principalmente, qual melhor forma possível para contornar o problema e ter acesso ao problema e tomar atitudes de contingenciamento de danos.

Também é possível estabelecer, referenciar e gerir planos de manutenção preventiva com apoio de *softwares* que incorporam o modelo digital da construção para viabilização, levantamento e representação de dados para programações das ações, caracterizando-se por ser material de apoio à gestão do de estabelecimentos, principalmente daqueles que lidam com fatores críticos como a assistência à saúde.

11.2 GESTÃO DE *FACILITIES* E DO PARQUE TECNOLÓGICO DO EAS

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016) comenta que a cultura brasileira, dentro da construção civil, demonstra não valorizar o planejamento nem o controle e, muito menos, a manutenção e a gestão dos ativos depois de construídos. Afirma que, salvo raríssimas exceções, as edificações nacionais são mal mantidas, deixadas para se degradar aa ponto de necessitarem de uma intervenção maior, mais significativa, cara e trabalhosa.

Tal parecer exposto vai de encontro com a afirmativa de Miquelin (1992b) que salienta que salvo honrosas exceções, os edifícios ligados à saúde no país estão em sua grande parte sucateados.

O primeiro passo para mudar tal realidade é obter registro da estrutura física das unidades de saúde para, então, haver a possibilidade de se iniciar planos de reestruturação e implantar processos de manutenção. Sem o levantamento da infraestrutura, nenhum gestor, ou qualquer parte interessada na gestão do edifício, terá subsídios para saber por onde começar ou o que fazer.

Dentro da possibilidade do levantamento da construção, para obter informações consolidadas da infraestrutura, o BIM utilizado como ferramenta para tal traz benefícios que o método tradicional via CAD não pode alcançar.

Por meio do modelo BIM a gestão de *facilities* pode utilizar-se da extração aprimorada de dados, utilizando tabelas COBie, para uso em *software* de gerenciamento de infraestrutura e controle, obtendo sempre à mão as informações necessárias para subsidiar processos de compras, contratos e gerenciamento do parque tecnológico.

O COBie, acrônimo para “*Constructions Operations Building Information Exchange*”, de forma prática, configura-se como uma compilação de planilhas ou tabela unificada que contém todos os ativos de um edifício e dados acerca deles, tais como: quantidades de equipamentos por setor, metragens, volumes, especificações técnicas, documentos e certificados legais, *datasheet*²⁷ de maquinários, manuais e outros parâmetros de informação (NEO IPSUM, 2020).

Tais planilhas podem ser utilizadas em *softwares* de soluções que auxiliam e suportam a execução de processos gestão de ativos, tais como: gerenciamento da ocupação dos espaços, gestão da manutenção (preventiva, corretiva, central de atendimentos), suportam processos de certificação de sustentabilidade (LEED, por exemplo) e a gestão de processos relacionados ao meio ambiente, inclusive auxiliar na gestão fiscal das organizações, calculando e controlando depreciações através de diversos métodos (CBIC, 2016).

Para além do uso do modelo BIM para exportação de COBie, já há no mercado *softwares* de gestão que integram a construção digital com seu fluxo de trabalho. O IBM Tririga é um exemplo de *software* que age de forma integrada ao modelo, corroborando com as técnicas de utilização do Gêmeo Digital. Segundo a CBIC (2016), a solução dada por este programa pode conter as funcionalidades listadas no quadro que segue:

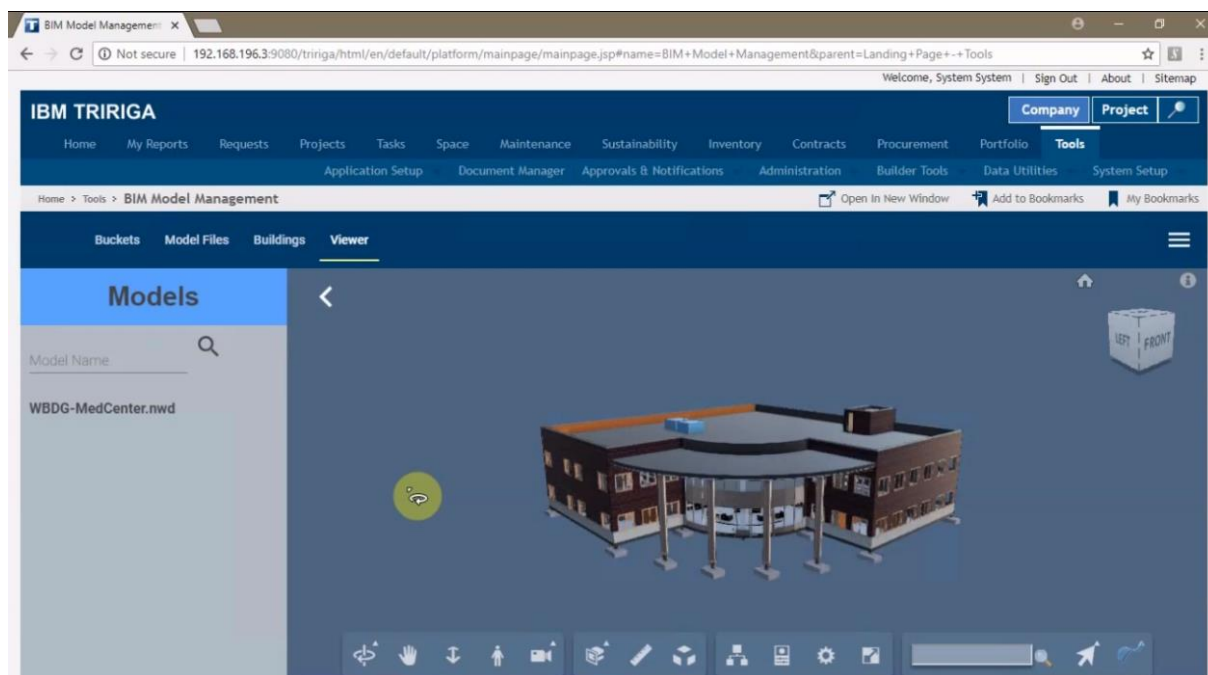
²⁷ *Datasheet* é um documento que resume características técnicas de um produto, equipamento, máquina, componente, material com informações suficientes para subsidiar ações de engenharia.

Quadro 24 - Funcionalidades dos softwares de gestão de facilities IBM Tririga.

| FUNCIONALIDADES DE GESTÃO E MANUTENÇÃO POR PLATAFORMA DIGITAL | |
|---|--|
| <p>OCUPAÇÃO DE ESPAÇOS (CAFM – Computer Aided Facilities Management)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestão de espaços • Custo de áreas ocupadas • Requisição de áreas • Planejamento estratégico • Gerenciamento de mudanças • Gerenciamento CAD | <p>GESTÃO IMOBILIÁRIA (REPM – Real State Portfolio Manager e ELMS – Environment and Land Management Sector)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestão de portfólio de sites • Seleção de sites • Gestão de transações • Administração de locações • Gestão de contas a receber • Processamento de pagamentos • Gestão de requisições de clientes |
| <p>GESTÃO DE MANUTENÇÃO (EAM – Enterprise Asset Management e CMMS – Computer Maintenance Management System)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Central de atendimento • Gestão de serviços • Gestão de garantias • Manutenção preventiva • Inspeções prediais • Segurança/gestão de chaves • Gestão de inventários • Planejamento de investimentos • Planejamento de recursos | <p>SUSTENTABILIDADE (EHS – Environment, Health & Safety)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controle de emissão de CO2 • Gestão de resíduos • Consumo de água • Consumo de energia • Rastreamento de oportunidades • Certificação LEED/BREEAM • Integração Energy Star |
| <p>GERENCIAMENTO DE PROJETOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestão de programas • Gestão de escopos • Gestão custos • Gestão de recursos/fundos • Gestão de tempos/cronograma • Gestão da qualidade • Gestão de permissões • Gestão de fornecedores • Suprimentos/compras | <p>SERVIÇOS COMPARTILHADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reservas de salas de reunião • Hotdesking (hotelaria) • Reserva de equipamentos • Reserva de veículos • Serviços de buffet • Gestão de visitantes |

Fonte: CBIC, 2016.

Figura 96 - Modelo BIM incorporado ao IBM Tririga para gestão de *facilities*.



Fonte: MANALOTO, 2018.

A pesquisa de Jaffary (2016) estuda métodos de aumento de performance das interfaces dos sistemas de gestão de *facilities* por meio da visualização integrada do modelo BIM do edifício, baseado no fornecimento de informações contextualizadas de maneira espacial (tridimensional) em resposta às ações interativas feitas pelo pessoal de gestão.

O trabalho citado fornece direcionamentos para o desenvolvimento e utilização de sistemas de visualização de desempenho integrados ao BIM, conforme ilustram as Figura 97 e Figura 98. Pesquisas adicionais são necessárias para implementar e avaliar as soluções propostas e para analisar sua eficácia em facilitar as funções de gerenciamento de edifícios.

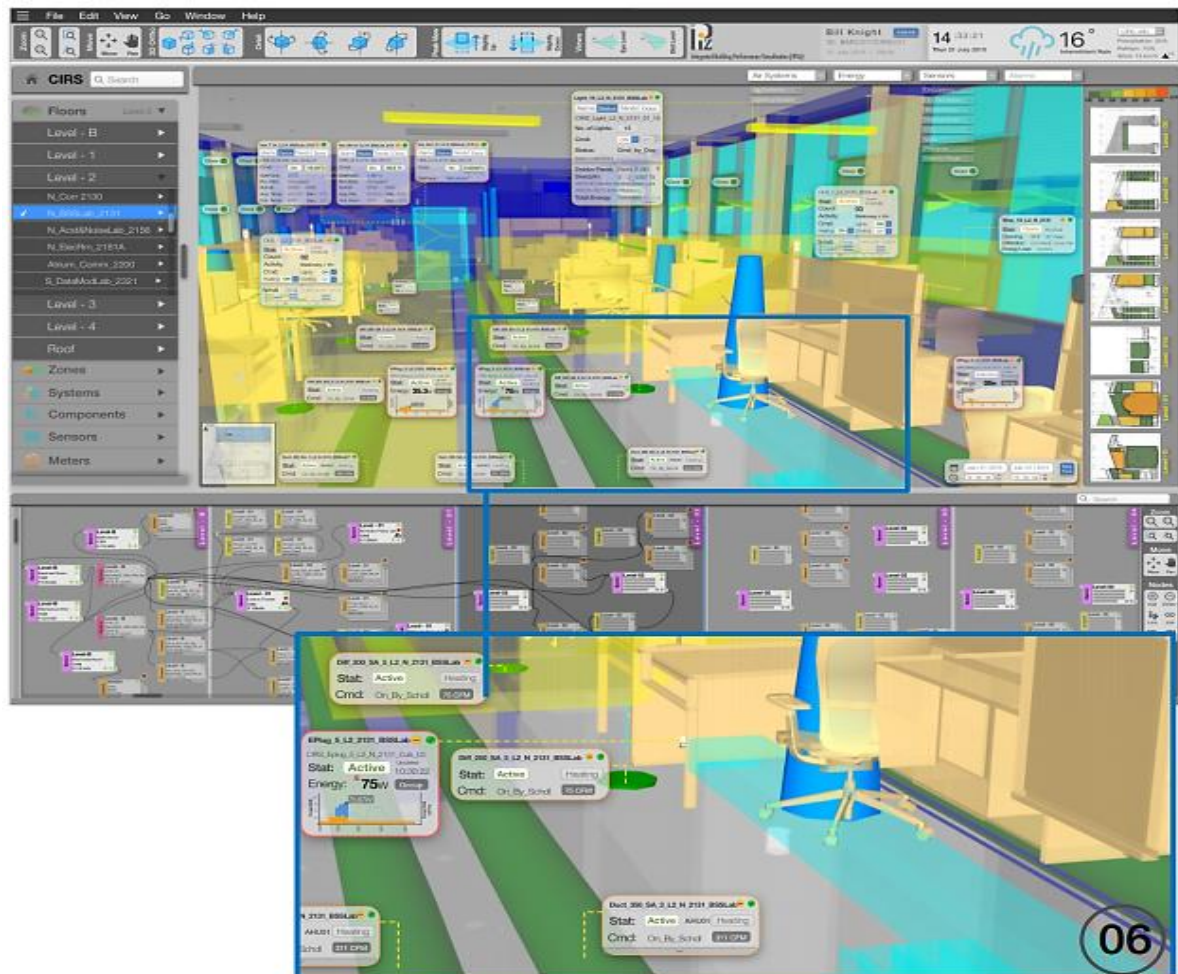
Sistemas como o proposto pelo autor são capazes de fornecer dados responsivos de eficiência do funcionamento e operação do edifício como, tais como: análise do consumo energético, análise da eficiência do sistema de ar e outros relatórios que, por meio de estratégias de sustentabilidade aplicadas aos pontos críticos, podem reduzir o custo operacional do edifício.

Figura 97 - Sistema proposto por Jaffary (2016) para gestão do edifício demonstrando análises para o edifício completo (a) e para pavimentos selecionados (b).



Fonte: JAFFARY, 2016, p. 213.

Figura 98 - Informações dos elementos BIM em perspectiva interna do edifício.



Fonte: JAFFARY, 2016, p. 248.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

12 ANÁLISES

Ao analisar todo o conjunto de informações do uso do BIM para edifícios de saúde dados nesta pesquisa por meio do estudo de casos de referência e exposição acerca da aplicação da tecnologia dentre as fases do ciclo de vida de tais edificações, foi possível entender que boa parte dos benefícios trazidos são incorporados à fase de planejamento e projeto, conforme elencado no Quadro 26 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de projeto, como descrito na “Parte B” da pesquisa. Quadro 26, mas, ainda assim, não deixam de ser relevantes as contribuições dadas nas etapas de obra e gestão conforme listado nos Quadro 27 e Quadro 28, respectivamente.

Já os desafios do uso do BIM se dão principalmente na fase prévia à sua implementação, conforme é possível perceber a partir do Quadro 25 que traz listados os impasses vivenciados e relatados nos estudos de casos de referências apresentados na “Parte A” desta pesquisa.

Quadro 25 - Quadro resumo dos desafios relatados pelo uso do BIM nos casos de referência apresentados nesta pesquisa.

| DESAFIOS RELATADOS PELO USO DO BIM NOS CASOS DE REFERÊNCIA APRESENTADOS |
|--|
| O trabalho com times virtuais em BIM pode causar dispersão e descontinuidade nos estágios de projeto evidenciando problemas nos processos engenharia simultânea com grandes equipes e muitas disciplinas de projeto; |
| Enfrentamento da falta de familiaridade e capacitação dos profissionais AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) para uso do BIM; |
| Desafio de coordenação de modelos BIM e documentos, especialmente em times compostos de profissionais que não se comunicam por idioma comum; |
| Em casos de reformas e ampliações acaba sendo necessário realizar o lançamento de todas as informações construtivas em modelo BIM a ser levantado previamente |
| Alto investimento em capacitação da equipe interna para o <i>software</i> implantado nos casos em que os projetos BIM advenham de empresas contratadas; |
| Custos de projeto mais caros; |
| Investimento de tempo, esforço e recurso para capacitação da equipe do escritório e novos membros para implantação em escritórios de projeto; |
| Alto investimento de aquisição de hardware e <i>softwares</i> ; |
| Retorno do valor investido para implementação da tecnologia BIM somente a longo prazo; |
| Na prática os prazos de projeto podem ser semelhantes aos desenvolvidos em CAD; |
| Enfrentamento de multiplicidade de tipos de arquivo caso haja limitações que impeçam o desenvolvimento de todo o projeto em BIM. |

Fonte: a autora.

Quadro 26 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de projeto, como descrito na “Parte B” da pesquisa.

| POSSIBILIDADES DO BIM APLICADO AO ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE NA FASE DE PROJETO |
|---|
| Inserção de dados e documentos relativos à edificação a ser projetada diretamente no modelo BIM que carregará consigo informações a pronta entrega para consultas futuras, tais como: endereço, matrícula do imóvel registrada, existência e número de protocolo de licenças anteriores e atuais como alvarás e habite-se, entre demais possibilidades; |
| Lançamento, no próprio modelo tridimensional, do levantamento topográfico, geológico e planialtimétrico por meio de nuvens de pontos, possibilitando melhor visualização para se projetar; |
| Ao georreferenciar o modelo no <i>software</i> BIM por meio das coordenadas geográficas do posicionamento do terreno e inserir informações bioclimáticas da região de inserção, se torna possível analisar o levantamento climáticos, de incidência solar e de direção dos ventos, inclusive rodar análises de estudo de sombreamento, temperaturas operativas estimadas, fluxo de ventos no modelo para subsidiar decisões projetuais; |
| Fazer o uso da nuvem de pontos para mapeamento de estruturas existentes no local de intervenção projetual para levantamento cadastral tridimensional; |
| O uso do desenho generativo pode ser o ponto de partida para o projeto de um EAS, quando alimentado pelas regras estabelecidas pelas normativas e legislações vigentes, dando maior segurança do atendimento às normas já no início do planejamento; |
| Elaboração automática da tabela de ambientes inseridos no modelo, possibilitando o pré-dimensionamento e a setorização inicial das salas necessárias ao perfil de atendimento de saúde a ser incorporado à edificação (nova, reformada ou ampliada); |
| Ao elaborar o plano diretor físico por meio da tecnologia BIM para o estudo de viabilidade da edificação de saúde é possível extrair do modelo informações assertivas para estimativas de custos, estudos de implantação no terreno e volumetria, viabilidade de implantação de unidades funcionais de acordo com a capacidade do local, análise de vias de acesso e quantitativo de vagas possível, estudos de capacidade operacional, programação e viabilidade de fases de construção, reformas e expansões atuais e futuras, entre demais dados que, por meio do modelo BIM, podem ser extraídos de forma quantificável, passível de simulações e análises automatizadas; |
| Geração de desenhos (cortes, fachadas, plantas...) de forma facilitada pela característica paramétrica do modelo BIM, que ao ser uma construção tridimensional virtual possibilita várias formas de elaboração de desenhos 2D tão somente ao lançar de comandos básicos previstos nos <i>softwares</i> ; |
| Criação de estratégias dinâmicas da visualização da proposta para aprovação junto a todos os interessados no projeto de forma facilitada por meio de realidade e passeios virtuais, realidade aumentada, representações fotorrealistas em imagem e vídeos (<i>renders</i>), entre outras representações gráficas tecnológicas; |
| Rodar análises e simulações de diversos tipos com foco na proposta arquitetônica, tais como: análise de incidência solar, sombreamento e iluminação, análise de ventos, dentre várias outras simulações possíveis; |
| Checagem de requisitos automática, que se entende por ser uma forma automatizada de checar se o projeto da edificação está atendendo aos parâmetros estabelecidos por normativas e legislações vigentes; |
| Rodagem automatizada de análises e simulações de funcionamento e eficiência de infraestrutura para corroborar com o dimensionamento e projeção das instalações do edifício; |
| Evidenciar todas as instalações unidas em um modelo federado, bem como, destacar somente a instalação a qual se requer, sendo essa uma boa estratégia para apresentação dos projetos para os times segregados por disciplinas de execução da construção; |
| Inserir componentes de equipamentos médicos com dados necessários à sua perfeita instalação, possibilitando inclusive a facilidade de acesso à informação e geração de tabelas automáticas de dados a respeito do parque tecnológico do empreendimento; |
| Projetos executivos mais precisos e recheados de possibilidades de representações utilizando os recursos de geração de desenhos, perspectivas, seções tridimensionais, plantas direcionadas, vistas fotorrealistas, vistas 3D interativas |
| Geração de tabelas de especificações e quantitativos exatos conforme o projeto feita por meio automatizado disponível na tecnologia BIM tendendo a minimizar erros de compras, que costumam onerar e atrasar obras, bem como, favorecer a auditoria dessas informações para análises de <i>compliance</i> ; |
| Procedimento de compatibilização automática, um processo rápido de checagem de conflitos entre as estruturas e instalações projetada, conhecido pelo termo <i>clash detection</i> ; |

Feito dos projetos em BIM de forma simultânea para todas as disciplinas, inclusive com projetistas trabalhando em diferentes partes do mundo ao mesmo tempo, possibilitando também frentes de trabalho de execução sendo concluídas enquanto outras disciplinas ainda trabalham no desenvolvimento de seu escopo de projeto.

Fonte: a autora.

Quadro 27 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de obra, conforme descrito na “Parte B” desta pesquisa.

| POSSIBILIDADES DO BIM APLICADO AO ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE NA FASE DE OBRA |
|---|
| Entrar com valores de custos unitários respectivos, o que possibilita a geração de tabela automática de levantamento de quantitativos com a inserção de uma coluna para o atributo “preço”, logo, torna-se viável, dentro do próprio software, adicionar cálculo de quantidade multiplicado pelo custo, possibilitando a exportação de tais dados, ou até mesmo proceder a linkagem auto atualizável do modelo, para programas específicos de orçamentação e elaboração de cronogramas físico-financeiros de obra |
| Opção da linkagem da coleta de informações de preços à consagrados compêndios de custos da construção civil tais como: Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos da Editora Pini). |
| Montagem de cronogramas interativos e ilustrativos do faseamento construtivo por meio do modelo BIM, incluindo a integração total ao modelo central de forma que as atualizações de projeto, especificação e programação atualizem de forma automática e simultânea entre tais produtos de documentação da construção |
| Utilização de suportes tecnológicos, tais como <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> para auxiliar no processo da compreensão do projeto para a perfeita execução |
| Obtenção de registro elementos construídos e adaptações construtivas para envio em tempo real, por meio de plataforma colaborativa, à equipe de projetistas para atualização do modelo objetivando a produção de documentação e projetos conforme construídos (<i>as built</i>). |
| Modelo <i>as built</i> continuamente atualizado da estrutura física vai além da garantia de segurança e facilidade para proceder intervenções da infraestrutura, pode chegar a níveis de inserção de técnicas responsivas de IoT (<i>Internet of Things</i> , em português Internet das Coisas). |

Fonte: a autora.

Quadro 28 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de gestão de edifício de saúde, conforme descrito na “Parte B” desta pesquisa.

| POSSIBILIDADES DO BIM APLICADO AO ESTABELECIMENTO ASSISTENCIAL DE SAÚDE NA GESTÃO DO EDIFÍCIO DE SAÚDE |
|--|
| Facilitar a ação da manutenção, seja corretiva ou preventiva, uma vez que tal construção virtual abriga os registros de todas as instalações e especificações do edifício construído e seus equipamentos. |
| Utilizar-se de georreferenciamento para localizar elementos construídos dentro de um edifício |
| Estabelecer, referenciar e gerir planos de manutenção preventiva com apoio de <i>softwares</i> que incorporam o modelo digital da construção para viabilização, levantamento e representação de dados para programações das ações |
| A gestão de <i>facilities</i> pode utilizar da extração de aprimorada de dados, utilizando tabelas COBie, para uso em <i>software</i> de gerenciamento de instalações e controle, obtendo sempre à mão as informações necessárias para subsidiar processos de compras, contratos e gerenciamento do parque tecnológico |
| Gestão de <i>facilities</i> por meio da visualização integrada do modelo BIM do edifício, baseado no fornecimento de informações contextualizadas de maneira espacial (tridimensional) em resposta às ações interativas feitas pelo pessoal de gestão |

Fornecer dados responsivos de eficiência do funcionamento e operação do edifício como, tais como: análise do consumo energético, análise da eficiência do sistema de ar e outros relatórios que, por meio de estratégias de sustentabilidade aplicadas aos pontos críticos, podem reduzir o custo operacional do edifício

Fonte: a autora.

13 SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS

No processo de elaboração desta pesquisa, mais precisamente ao dissertar acerca do uso da tecnologia BIM em EAS em países estrangeiros, houve uma percepção, de fato, importante ser brevemente comentada.

O Reino Unido possui uma plataforma colaborativa e informativa para angariar conhecimentos acerca de projetos para ambientes de saúde, conforme já apresentado nos capítulos anteriores, chamada ProCure22.

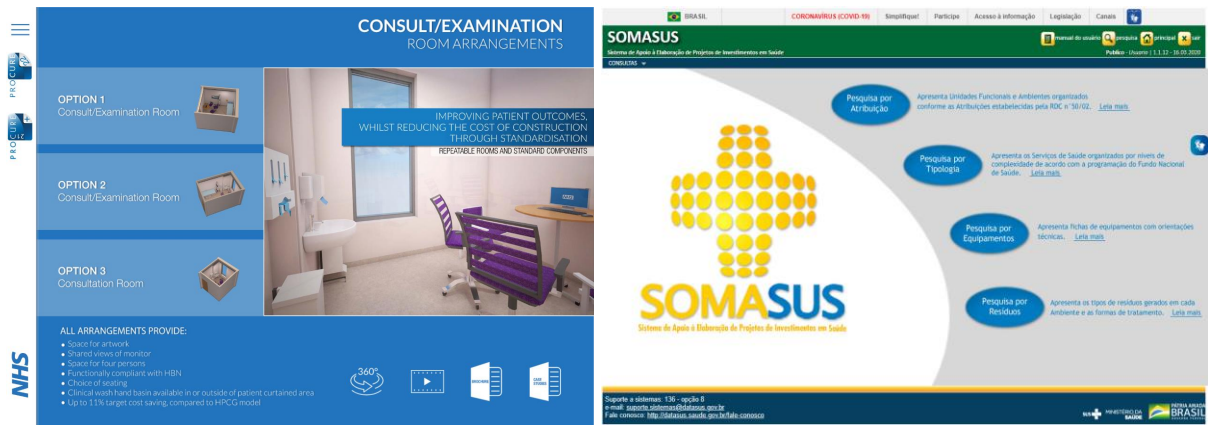
O conceito da disponibilização de *designs* pré-montados na forma de *repeatables rooms* com planilhas de equipamentos, visualização 360 graus interativa e dados acerca dos ambientes conforme as normativas vigentes para ambientes de saúde publicadas pelo governo britânico, se assemelha muito à estrutura do Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde (BRASIL, 2020) do programa SomaSUS desenvolvido pelo Ministério da Saúde do Brasil.

Tal sistema nacional conta com um conteúdo extenso que aborda os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde desde os ambientes necessários a cada tipologia, contando inclusive com esquema de planta ilustrada, até os equipamentos e especificações técnicas relativas à composição dos ambientes (BRASIL, 2020).

Ao entender que o ProCure22 também propicia acesso a repositório de informações de projetos, incluindo esquemas padronizados de organização de ambientes segundo normativas, mas que além disso oferece meios de compartilhamento de soluções projetuais entre escritórios cadastrados na plataforma após triagem de propostas feitas pela equipe interna de gestores da plataforma, como também ainda abre a possibilidade de acesso à exemplos de layouts de salas padronizadas (repetíveis) que podem ser baixadas em formato BIM livre para uso, percebe-se que tal iniciativa também poderia ser aplicada em território brasileiro, estimulando o uso do Building Information Modelling conforme preconizado em decretos federais e, ainda, dinamizando o trabalho de projetistas ao ofertar modelos prontos de esquemas construtivos que atendem ao recomendado pelo Ministério da Saúde para garantia de qualidade aos ambientes de saúde.

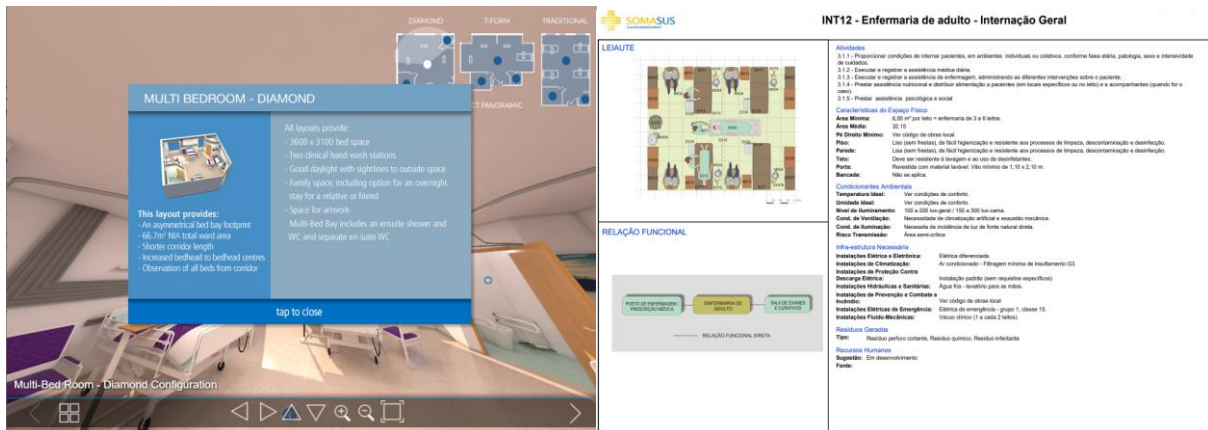
A comparação visual e de usabilidade dos sistemas citados podem ser observados nas figuras que seguem.

Figura 99 – Interface do ProCure22 à esquerda e do sistema do SomaSUS à direita.



Fonte: BRASIL, 2020; REINO UNIDO, 2016a

Figura 100 - Forma de apresentação das informações de apoio à projetos de EAS do ProCure22 à esquerda e, à direita, do sistema SomaSUS.



Fonte: BRASIL, 2020; REINO UNIDO, 2016a

Ante exposto, fica a sugestão para trabalhos futuros que se proponham a estudar a possibilidade de agregar, ao sistema brasileiro SomaSUS, uma iniciativa tecnológica e participativa tal qual o ProCure22 do Reino Unido.

14 CONCLUSÕES

Considerando a complexidade envolvida em edificações de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), dada não só pela multidisciplinariedade da sua infraestrutura, como também pela criticidade da atividade fim que abriga: a prestação de assistência à vida, e ainda tendo em vista a natural mudança do método e plataforma de trabalho em todos os setores do mercado ao passo da evolução tecnológica, tal qual é o avanço na incorporação de inovações na área médica, a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) voltada aos edifícios de saúde não pode ficar para trás, deve progredir em prol da incorporação de diversas estratégias disponíveis de atribuição de melhorias nas fases do ciclo de existência dessas importantes construções, que devem ofertar subsídios de qualidade para as unidades funcionais que abrigam, sob pena de dificultar ou até impedir o processo de diagnóstico e tratamento de pacientes.

Ante o exposto, justifica-se a moção do poder público de vários países para regulamentar e exigir o *Building Information Modelling* como ferramenta de projeto e, ademais, confirma-se, por meio dos casos de referência apresentados e explicações acerca do uso do BIM em EAS em suas três fases de vida (projeto, obra e gestão), a hipótese levantada de que a adoção da tecnologia BIM é benéfica pela sua capacidade de contribuir positivamente para a qualidade do ambiente construído de saúde, podendo até mesmo mudar a realidade da operacionalização destes edifícios.

ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS

ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS

REFERÊNCIAS

ABDEH, Associação Brasileira para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar. **Notícias**. 2020. Disponível em: <<http://www.abdeh.org.br/noticias.php>>. Acesso em: 22 out. 2020.

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Estratégia BIMBR**. 2019. Disponível em: <<https://estrategiabimbr.abdi.com.br/comofunciona>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. . Rio de Janeiro: ABNT. , 2020

_____. **NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 2: projeto arquitetônico**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR ISO 41011: Facility management - Vocabulário**. . Rio de Janeiro: ABNT. , 2019

ACCA SOFTWARE. **Blog BibLus**. 2019. Disponível em: <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/level-bim-nivel-de-maturidade-de-0-a-3/>>. Acesso em: 8 jan. 2021.

ADVENSER. **Third Party BIM Model Auditing Services | Advenser**. 2020. Disponível em: <<https://www.advenser.com/bim-consulting-services/bim-model-audit/>>. Acesso em: 27 dez. 2020.

AEC WEB. **Prêmio BIM da Administração Pública será entregue em novembro | AECweb**. 2018. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/noticias/premio-bim-da-administracao-publica-sera-entregue-em-novembro/18073>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

AISH, Robert. The Fifth International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings. **Building modelling: the key to integrated construction CAD**, p. 55–67, jul. 1986. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320347623_Building_modelling_the_key_to_integrated_construction_CAD>. Acesso em: 20 jul. 2020.

AL DIWAN AL AMIRI. **Projects**. 2020. Disponível em: <<http://kwdlabs.com/projects/entry/al-jahra-medical-city/4801>>. Acesso em: 8 jan. 2021.

ALDERTON, Matt. **Hospitais modulares pré-fabricados para covid-19 construídos em poucos dias**. 2020. Disponível em: <<https://redshift.autodesk.com.br/hospitais-modulares/>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ALYASHI GROUP. **New Jahra Hospital**. 2019. Disponível em: <<https://alyashigroup.com/projects/new-jahra-hospital-05/>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

ANCR, Australian Nacional Construction Review. The New Royal Adelaide Hospital. **Australian Nacional Construction Review**, p. 122–126, 2015. Disponível em: <https://www.sth.com.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/2015Publications/2014.03.04_ANCR_New_Royal_Adelaide_edit.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2021.

ARAUJO, Eliete de Pinho. **Avaliação crítica de ambientes em estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2008. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

_____. **Manual prático de procedimentos em estabelecimentos assistenciais de saúde**. Brasília: Editora Kiron, 2013.

ARCHITECTUS. **Building Information Modeling (BIM)**. 2020a. Disponível em: <<http://www.architectus.com.br/pt/projetos/building-information-modeling-bim/>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

_____. **Fiocruz Minas**. 2020b. Disponível em: <<http://www.architectus.com.br/pt/projetos/fiocruz-minas/>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

AUTODESK. **Assinatura de licença do Revit | Comprar o software Revit 2021**. 2020a. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/subscribe?plc=RVT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

_____. **Autodesk LATAM Blog**. 2018. Disponível em: <<https://blogs.autodesk.com/latam/2018/04/30/proyectos-de-ultima-tecnologia-para-hospitales-dominicanos/>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

_____. **História de Clientes**. 2020b. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/customer-stories/lexco>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

_____. **Navisworks - Software de análise de modelos 3D**. 2020c. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

BACKES, Vânia Marli Schubert. Revista Brasileira de Enfermagem. **O legado histórico do modelo Nightngale: seu estilo de pensamento e sua práxis**, p. v. 52, n. 2, páginas 251–264, jun. 1999.

BARBOSA, Carolina. Veja Rio. **Fiocruz inaugura hospital para atender casos graves de Covid-19**, maio 2020. Disponível em: <<https://vejario.abril.com.br/cidade/fiocruz-inaugura-hospital-casos-graves-coronavirus/>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

BARBOSA, Lucas. **Galeria da Arquitetura**. 2018. Disponível em: <<https://blog.galeriadaarquitetura.com.br/post/projeto-de-instituto-cardiologico-de-santa-catarina-vence-1-premio-bim>>. Acesso em: 4 jan. 2021.

BBC. **BBC News**. 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/uk-england-merseyside-38396683>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

BCA, Building and Construction Authority. **Build Smart: a construction productivity magazine**. Cidade de Cingapura: BCA, 2011. Disponível em: <https://www.bca.gov.sg/publications/buildsmart/others/buildsmart_11issue9.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

BELLUOMINI, Nayra. **A evolução do CAD**. 2017. Disponível em: <<https://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodesk-brasil/2017/01/02/a-evolucao-do-cad/>>. Acesso em: 7 jul. 2020.

BEXEL CONSULTING. **Clash Detection**. 2019a. Disponível em: <<https://bexelconsulting.com/pre-construction-services-old/clash-detection/>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

_____. **Projects**. 2019b. Disponível em: <<https://bexelconsulting.com/projects/new-jahra-hospital/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

BICALHO, Flávio de Castro. **A Arquitetura e a Engenharia no Controle de Infecções**. 1ª Edição ed. Rio de Janeiro: Rio Book's, 2010.

BIM HEALTH LTD. **BIM Health**. 2021. Disponível em: <<https://bimhealth.co.uk/nhs-room-selector/>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

BIM6D. **Portfólio**. 2015. Disponível em: <<https://bim6d.es/en/portfolio/al-jahra-hospital/>>. Acesso em: 8 jan. 2021.

BIMCOMMUNITY. **New Jahra Hospital**. 2018. Disponível em: <<https://www.bimcommunity.com/experiences/load/129/new-jahra-hospital>>. Acesso em: 8 jan. 2021.

BIME INICIATIVE. **BIM Dictionary**. 2020. Disponível em: <<https://bimdictionary.com/>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

_____. **BIM Framework**. 2014. Disponível em: <<https://www.bimframework.info/>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

BOBSIN, Arthur. **O que é Compliance? Tudo sobre o conceito e dicas práticas**. 2019. Disponível em: <<https://www.aurum.com.br/blog/o-que-e-compliance/>>. Acesso em: 17 jul. 2020.

BOLDRINI. **Centro Boldrini**. 2020a. Disponível em: <<https://www.boldrini.org.br/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

_____. **Maior Centro de Pesquisa em Oncologia Pediátrica da América Latina, Centro de Pesquisa Boldrini, completa dois anos**. 2020b. Disponível em: <<https://www.boldrini.org.br/centro-de-pesquisa-boldrini>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

BOZDOC, Marian. **The History of CAD**. 2003. Disponível em: <http://mbinfo.mbdesign.net/CAD-History.htm?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando do 1 Grupamento de Engenharia. **Edital Tomada de Preços N.20/2019**. . Brasília: Ministério da Defesa. , 2019

BRASIL, Ministério da Economia e Ministério das Relações Exteriores. **BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. . Brasília: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

BRASIL, Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços. **Estratégia BIM BR**. Brasília: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>>.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC 50/2002: Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. . Brasília: ANVISA. , 2002

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Coordenação-Geral de Normas. **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. Brasília: [s.n.], 1994.

BRASIL, Ministério da Saúde. Manutenção Incorporada à Arquitetura Hospitalar. **Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**, 1995.

BRASIL, Ministério da Saúde. **SomaSUS**. 2020. Disponível em: <<http://somasus.saude.gov.br/somasus/redirect!tamanhoTela.action>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL, Presidência da República. Casa Civil. **Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling**. . Bra, Brasil: Casa Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm>. Acesso em: 20 jun. 2019. , 2018

BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Relatório Sistemico de Fiscalização - Saúde**. . Brasília: [s.n.], 2014. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/relatorio-sistemico-de-fiscalizacao-saude.htm>>.

BRINGIT. **O que é Hardware? - Blog bringIT**. 2019. Disponível em: <<https://blogbringit.com.br/duvidas-frequentes/que-hardware/>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

BUILDINGSMART INTERNATIONAL. **OpenBIM Definition**. 2020. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

CAD OUTSOURCING. **BIM Level Of Development**. 2014. Disponível em: <<https://www.indiamart.com/proddetail/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500-cad-outsourcing-services-21829987648.html>>. Acesso em: 27 dez. 2020.

CAETANO, Inês; LEITÃO, António; TEIXEIRA, Francisco Bastos. Aplicação do design generativo nas tecnologias BIM. **1º Congresso Português de Building Information Modelling**, p. 239–249, 2016.

CAIXETA, Michele Ferrari; CAMELO, Gabriela Henriques; FABRÍCIO, Márcio Minto. Avaliação pré-projeto por meio de modelos físicos e digitais de EAS. **Anais do VIII Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar: os espaços de saúde nos cenários do amanhã - integração humana e tecnológica no ambiente construído**, p. 31–36, 2018.

CÂMERA, Aline; FUCHS, Antonio. Notícias Portal Fiocruz. **Covid-19: Centro Hospitalar da Fiocruz entra em funcionamento**, 19 maio 2020. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/noticia/covid-19-centro-hospitalar-da-fiocruz-entra-em-funcionamento>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

CARIBBEAN DIGITAL. **Caribbean Digital**. 2016. Disponível em: <<https://caribbeandigital.net/estan-muy-avanzados-los-trabajos-de-construccion-en-ciudad-sanitaria-dr-luis-e-aybar/>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

CARVALHO, Antônio Pedro Alves de. Coordenação de projetos de estabelecimentos assistenciais de saúde. **Arquitetura e Eng. Hosp. planejamento, Proj. e Perspect**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2014a.

_____. **Introdução à arquitetura hospitalar**. Salvador: Quarteto Editora, 2014b.

CARVALHO, Carlos Magno Herthel de. **Building information modelling na manutenção predial e reformas de edificações hospitalares existentes**. 2019. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <www.sisbin.ufop.br>. Acesso em: 4 jan. 2021.

CAVANI ARQUITETOS. **Complexo Hospitalar do Grupo Impar na cidade satélite de Águas Claras Brasília-DF**. 2020. Disponível em: <<https://www.cavaniarquitetos.com.br/newhome/2017/hospital-guas-claras>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

_____. **Hospital de Águas Claras**. 2017. Disponível em: <<http://www.cavaniarquitetos.com.br/newhome/2017/hospital-guas-claras>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção.- **Colaboração e integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016.

CORREIO BRAZILIENSE. **Novo Hospital de Águas Claras tem previsão de entrega para janeiro de 2020**. 2019. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2019/10/22/interna_cidadesdf,799876/novo-hospital-de-aguas-claras-tem-previsao-de-entrega-para-janeiro-de.shtml>. Acesso em: 11 jan. 2021.

CUNDALL. **Cundall Projects**. 2017. Disponível em: <<https://cundall.com/Projects/Royal-Adelaide-Hospital.aspx#>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

CURSOS MÓDULOS. **O que é engenharia simultânea?** 2020. Disponível em: <<https://www.cursosmodulos.com.br/Glossario/Glossario.aspx?id=307&perg=ENGENHARIA-SIMULTÂNEA>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

DEZAN, Waldir Vilalva. BIM no desenvolvimento de projeto: o caso prático do Centro de Engenharia Molecular e Celular do Centro Infantil Boldrini. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 5, p. 52–61, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/118603/1/ppec_8634544-3526-1-PB.pdf>.

DNA BARCELONA ARCHITECTS. **Projects**. 2018. Disponível em: <<https://www.dna-barcelona.com/projects/al-jahra-hospital-kuwait/>>. Acesso em: 8 jan. 2021.

EASTMAN, Chuck et al. Automatic rule-based checking of buildin designs. **Automation in Construction**, 2009.

_____. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

_____. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

_____. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ESTUDE AE. **Quer acessar 18 bibliotecas BIM de fornecedores de materiais de construção?** 2019. Disponível em: <<https://www.estudeae.com.br/quer-acessar-18-bibliotecas-bim-de-fomecedores-de-materiais-de-construcao/>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

FABIANI, Jean-Noël. **A fabulosa história do hospital: da Idade Média aos dias de hoje**. Porto Alegre: L&PM, 2020.

FACHHOCHSCHULE POTSDAM. **Building Information Modeling – Planungs und Arbeitsmethode**. 2014. Disponível em: <<https://www.fh-potsdam.de/forschen/projekte/projekt-detailansicht/project-action/building-information-modeling-planungs-und-arbeitsmethode/>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

FGV. **Portal FGV**. 2020. Disponível em: <<https://portal.fgv.br/noticias/brasil-tem-424-milhoes-dispositivos-digitais-uso-revela-31a-pesquisa-anual-fgvicia>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

FIGUEIROLA, V. BIM na prática. **AU - Arquitetura e Urbanismo**, p. 58–60, jul. 2011.

FINNISH ASSOCIATION OF CIVIL ENGINEERS. **Hospital BIM Open 2020**. 2020. Disponível em: <<https://www.ril.fi/en/events/hospital-bim-open-2020.html>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

FIOCRUZ. **Ata de Continuação - Resultado da proposta de preços RDC N02/2014 DIRAC**. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

_____. **Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19 – Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas**. 2020a. Disponível em: <<https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vthospital/>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

_____. **Fiocruz assina acordo para implantação de unidade no Parque Tecnológico de BH**. 2010. Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/fiocruz-assina-acordo-para-implantacao-de-unidade-no-parque-tecnologico-de-bh>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

_____. **Status: Construção do Centro Hospitalar de Combate à Pandemia de Covid-19 – RJ | Internet – COGIC**. 2020b. Disponível em: <<http://www.cogic.fiocruz.br/2020/04/status-construcao-do-centro-hospitalar-do-instituto-nacional-de-infectologia-rj/>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

FIorentini ARQUITETURA. **LinkedIn**. 2020. Disponível em: <https://www.linkedin.com/posts/fiorentini-arquitetura_arquiteturahospitalar-healthcare-designhospitalar-activity-6666498548936376320-CFWz>. Acesso em: 4 jan. 2021.

FIORIN, Priscilla. **Por Dentro da Autodesk Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodesk-brasil/2020/08/10/rac-engenharia-entrega-centro-hospitalar-da-fiocruz-para-pacientes-com-covid-19-em-tempo-recorde-de-dois-meses/>>. Acesso em: 23 dez. 2020.

FOLHA DE ÁGUAS CLARAS. **Hospital Águas Claras será o maior da região**. 2019. Disponível em: <<http://folhadeaguasclaras.com.br/2019/08/13/hospital-aguas-claras-sera-o-maior-da-regiao/>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Ranking Universitário Folha 2019**. 2019. Disponível em: <<https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

FORM 700. **TForm 700 Projects**. 2020. Disponível em: <<http://www.form700.com.au/the-new-royal-adelaide-hospital/>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

FUGAZZA, Kátia Maria Macedo Sabino; OLIVEIRA, Daniel Souza de. Centro hospitalario modular para la atención de Covid 19. **Anuário 2020 Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria: edición especial digital COVID 19**, p. 110–113, 2020. Disponível em: <<https://aadaih.org.ar/get/ANUARIOS/Anuario AADAIH 2020 links corregidos.pdf>>.

G1. **Centro de Pesquisa Boldrini triplica pesquisadores em 2 anos e descobre genes causadores e agravadores da leucemia**. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2020/11/27/centro-de-pesquisa-boldrini-triplica-pesquisadores-em-2-anos-e-descobre-genes-causadores-e-agravadores-da-leucemia.ghtml>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

GE HEALTHCARE. **Site Planning - Support**. 2020. Disponível em: <<https://www.gehealthcare.com/support/site-planning>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GÓES, Ronald de. **Manual prático de arquitetura hospitalar**. 2ª Edição ed. São Paulo: Blucher, 2011.

_____. **Manual prático de arquitetura para clínicas e laboratórios**. 2ª Edição ed. São Paulo: Blucher, 2010.

GOLÇALVES JR, Francisco. **Mais Engenharia - AltoQI**. 2017. Disponível em: <<http://maisenharia.altoqi.com.br/bim/bim-5d/>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

GOOGLE. **R. Arariba - Google Maps**. 2019. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-15.8459014,-48.030918,3a,90y,132.56h,88.3t/data=!3m7!1e1!3m5!1srf22mPkOOsBKJqg9tqrr4A!2e0!5s20190401T00000!7i16384!8i8192?hl=pt-BR>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Notícias de Ciência e Tecnologia**. 2014. Disponível em: <<https://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/ciencia-e-tecnologia/autorizados-primeiros-editais-da-saude-com-uso-da-tecnologia-bim>>. Acesso em: 4 jan. 2021.

HANSEN YUNCKEN. **Hansen Yuncken Website**. 2021. Disponível em: <<https://www.hansenyuncken.com.au/hy-insights/634-home-to-the-southern-hemispheres-largest-bim-project>>. Acesso em: 6 jan. 2021.

HOSPITAL ÁGUAS CLARAS. **Compromisso com a excelência na prestação de serviços à saúde chega a Águas Claras - YouTube**. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4HoNOemjQ3s&ab_channel=HospitalÁguasClaras>. Acesso em: 9 jan. 2021.

_____. **Hospital Águas Claras - Conheça nossa estrutura**. 2020. Disponível em: <<https://www2.hospitalaguasclaras.com.br/hospital-aguas-claras>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

HOSPITECNIA. **Hospital Al Jahra, Kuwait**. 2020. Disponível em: <<https://hospitecnia.com/proyectos/al-jahra-hospital-kuwait/>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

ICE. **Virtual Library ICE**. 2021. Disponível em: <<https://www.icevirtuallibrary.com/isbn/9780727759993>>. Acesso em: 3 out. 2020.

ISO, International Organization for Standardization. **ISO - ISO 16739-1:2018 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema**. 2018. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/70303.html>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

JAFFARY, Syed Raza Ali. **Envisioning a building information model (BIM) integrated building performance visualization (iPViz) interface**. 2016. University of British Columbia, Vancouver, 2016.

JUSTI, Alexander. **Palestra sobre Ações de disseminação de BIM pelo Governo - YouTube**. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8mrsQumOCrw&t=469s>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

KARMAN, Jarbas. **Manutenção e segurança hospitalar preditivas**. São Paulo: IPH, 2011.

KARMAN, Jarbas; FIORENTINI, Domingos. Atualização hospitalar planejada. In: CARVALHO, Antônio Pedro Alves de (Org.). . **Temas arquitetura Estabel. Assist. saúde**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2002. .

KENSEK, Karen M. **Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

KOLAREVIC, Branko. **Architectura in the digital age. Design and Manufacturing**. London: Spon Press, 2009.

LABNETWORK. **Começa a construção do Instituto de Engenharia Molecular e Celular**. 2014. Disponível em: <<https://www.labnetwork.com.br/noticias/comeca-a-construcao-do-instituto-de-engenharia-molecular-e-celular/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

LAISERIN, Jerry. **Comparing Pomes and Naranjas**. 2002. Disponível em: <<http://www.laiserin.com/features/issue15/feature01.php>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

LEITE, Fernanda L. **BIM for design coordination: a virtual design and construction guide for designers, general contractors, and subcontractors**. 1 Edição ed. Hoboken: Wiley, 2019.

LEXCO. **Revit vs Real**. 2018. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/BnbrMwqnWs7/>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

LI, Wen-Tao; ZHANG, Song-Min. **Modularization, Standardization and Prefabrication Rapid Construction of Leishenshan Hospital**. . [S.l: s.n.], 2020.

LIN, Yu-Cheng et al. Advanced Engineering Informatics. **Integrated BIM, game engine and VR technologies for healthcare design: A case study in cancer hospital**, p. 130–145, 2018.

LOURENÇO, Rita Siqueira Campos. **DOECENTRO: Uma nova proposta para o hemocentro de Palmas/TO**. 2017. Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2017.

LUO, Hanbin et al. Ultra-rapid delivery of specialty field hospitals to combat COVID-19: Lessons learned from the Leishenshan Hospital project in Wuhan. **Automation in Construction 119 (2020)**, v. 119, 2020.

MACEDO, Mariana. **Blog BIMExperts**. 2019. Disponível em: <<https://www.bimexperts.com.br/post/digital-twins-building-information-modeling-bim>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

MACHRY, Hermínia Silva. **O impacto dos avanços da tecnologia nas transformações arquitetônicas dos edifícios hospitalares**. 2010. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-15062010-130613/publico/DISSERTACAO_COMPLETA_HERMINIA.pdf>.

MAIS ÁGUAS CLARAS. **Águas Claras terá novo hospital particular e três mil empregos**. 2019. Disponível em: <<https://www.maisaguasclaras.com.br/2019/07/aguas-claras-tera-novo-hospital.html>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

MANALOTO, Jay. **YouTube - Canal Jay Manaloto**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NgjLUB-cim4&ab_channel=JayManaloto>. Acesso em: 22 jan. 2021.

MARTINS, João Poças et al. **Automated rule-checking - a tool for design development**. . Albufeira: [s.n.], 2016. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/143403202.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

MCAULEY, Barry; HORE, Alan; WEST, Roger. **BICP Global BIM Study: Lessons for Ireland's BIM Programme**. . Dublin: [s.n.], fev. 2016. Disponível em: <<https://arrow.tudublin.ie/beschrecrep>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

MENDES, Ana Carolina Potier. **Plano diretor físico hospitalar: uma abordagem metodológica frente a problemas complexos**. Londrina: Kan, 2018.

MENEZES, Gilda Lucia Bakker Batista de. Breve história de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. v.18, n.22, p. 162–171, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/264992377_Breve_historico_de_implantacao_da_plataforma_BIM>.

MEP ARQUITETURA E PLANEJAMENTO. **MEP Arquitetura**. 2020. Disponível em: <<http://meparquitetura.arq.br/quem-somos/>>. Acesso em: 4 jan. 2021.

MHA ENGENHARIA. **Hospital Águas Claras : Vídeo institucional**. 2019. Disponível em: <<http://w3.mha.com.br/wp/hospital-aguas-claras-video-institucional/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

_____. **Hospital Águas Claras**. 2020. Disponível em: <<http://w3.mha.com.br/wp/portfolio/hospital-aguas-claras-2/>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

MICRODESK. **YouTube - Canal Microdesk**. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vUBBJpy2GL0&feature=emb_logo&ab_channel=Microdesk>. Acesso em: 21 jan. 2021.

MICROSOFT. **Comprar o Windows 10 Pro for empresas – Microsoft**. 2020. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/p/windows-10-pro/df77x4d43rkt?rtc=1&activetab=pivot%3Aoverviewtab>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

MIGNONE, Gerard et al. Enhancing collaboration in BIM-based construction networks through organisational discontinuity theory: a case study of the new Royal Adelaide Hospital. **Architectural Engineering and Design Management**, p. 1–20, 2016.

MILLS, Fred. **Delivering New Royal Adelaide Hospital with BIM**. 2016. Disponível em: <<https://www.theb1m.com/video/delivering-new-royal-adelaide-hospital-with-bim>>. Acesso em: 6 jan. 2021.

MIQUELIN, Lauro Carlos. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo: CEDAS, 1992a.

_____. O empreendimento hospitalar na reestruturação da rede de saúde. **São Paulo em Perspectiva**, p. 14–19, 1992b. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v06n04/v06n04_03.pdf>.

MO, Milly. **Conheça os hospitais chineses construídos para controlar a pandemia de COVID-19 | ArchDaily Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/937809/conheca-os-hospitais-chineses-construidos-para-controlar-a-pandemia-de-covid-19>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MOBILIO, Jessica. **Case de Sucesso: Implementação BIM na CPTM**. 2018. Disponível em: <<https://www.frazillioferroni.com.br/implementacao-bim-cptm/>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

MUNDOGEO. **Brasil conta com biblioteca BIM pública contendo mais de 1,6 mil itens**. 2019. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2019/04/10/brasil-counta-com-biblioteca-bim-publica-contendo-mais-de-16-mil-itens/>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

NEO IPSUM. **O que é COBie e como ele funciona?** 2020. Disponível em: <<https://neoipsum.com.br/o-que-e-cobie/>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

NEVES, Laert Pedreira. **Adoção do partido na arquitetura**. 3. ed. Salvador: EDUFBA, 2012.

OLIVEIRA, Leonardo. **Divulgação Centro Hospitalar Fiocruz**. . Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/noticia/covid-19-centro-hospitalar-da-fiocruz-entra-em-funcionamento>>. , 2020

OLIVEIRA, Márcio Nascimento. Ambiente Hospitalar 6. **Uma introdução ao desing baseado em evidências**, p. 47, 2010. Disponível em: <<http://www.abdeh.org.br/revista/html/2.html>>.

ORÇAFASCIO. **YouTube - Canal OrçaFascio**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dUZqEDxNCy0&ab_channel=OrçaFascio>. Acesso em: 21 jan. 2021.

OXFORD LANGUAGES. **Avant-garde**. 2020. Disponível em: <https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk00SX5FWdXkhNHMXxXdPvqfo7mLZRA%3A1595025584667&ei=sCgSX4mnKKrX5OUP4-WloAo&q=avant+garde+significado&oq=avant+garde+significado&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIJCAAQDRBGEPkBMgYIABAWEB4yBggAEBYQHjIGCAAQFhAeMgYIABAWEB4yBggAEBY>. Acesso em: 17 jul. 2020.

PACE. **Pace - Architecture Engineering + Planning**. 2018. Disponível em: <<https://www.pace-me.com/portfolio/jahra-medical-city>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

PARANÁ, Secretaria de Estado de Logística e Infraestrutura. **Caderno BIM : coletânea de cadernos orientadores : caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM**. Curitiba: [s.n.], 2018.

PENN, Chris. **BIM Manager of new Royal Adelaide Hospital What does BIM mean to the Project?** . [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.bimmepaus.com.au/wp-content/uploads/2016/05/nrah - what does bim mean to the project.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2021. , 2016

PEOPLE. **Galeria: interior do Hospital de Leishenshan**. 2020. Disponível em: <<http://portuguese.people.com.cn/n3/2020/0207/c309806-9655395-6.html>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PEREIRA, Silvia Maria Soares de Araujo. **A contribuição do BIM no processo de projeto de arquitetura: uma aplicação ao projeto de biotério**. 2014. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014. Disponível em: <http://ole.uff.br/wp-content/uploads/sites/461/2018/10/tese_silviaaraujo2014.pdf>.

PEREIRA, Silvia Maria Soares de Araujo; CORREIA, Marcia Castilho. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção v.10. Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ**, 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653755/19284>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PHIRI, Michael. **BIM in Healthcare Infrastructure: Planning, Design and Construction**. London: ICE, 2016.

PICHAU. **Monte computador do seu jeito**. 2020. Disponível em: <<https://www.pichau.com.br/monte-seu-computador>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

PLAN SERVICE. **O BIM na arquitetura de projetos hospitalares**. 2018a. Disponível em: <<http://planservice.com.br/noticias/post/134-o-bim-na-arquitetura-de-projetos-hospitalares>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

_____. **Uso do BIM no Hospital Águas Claras**. 2018b. Disponível em: <<http://planservice.com.br/noticias/post/133-uso-do-bim-no-hospital-aguas-claras>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

PLATONOW, Vladimir. Fiocruz inaugura hospital com 195 leitos para tratar covid-19. **Agência Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-05/fiocruz-inaugura-hospital-com-195-leitos-para-tratar-covid-19>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

R7 SAÚDE. **China entrega segundo hospital construído em dez dias**. 2020. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/saude/fotos/china-entrega-segundo-hospital-construido-em-dez-dias-07022020#/foto/1>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

RAC ENGENHARIA. **A Realiz. da obra do Cent. Hosp. para a pandemia Covid-19 no Rio Janeiro**. 2020a. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CEC8MruK7N_/?utm_source=ig_web_copy_link>. Acesso em: 17 dez. 2020.

_____. **Obra Fiocruz**. 2020b. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B_nU5mUFn8R/?utm_source=ig_web_copy_link>.

_____. **Parcer. com a Smart Sky Tech Hub para fazer a Model. da plataforma para escaneamento interno da obra Hosp. Erasto Gaertner**. 2020c. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B-uGtBYBNiH/?utm_source=ig_web_copy_link>.

_____. **RAC + FIOCRUZ Obra do Cent. Hosp. Emergencial COVID-19**. 2020d. Disponível em: <https://www.linkedin.com/posts/rac-engenharia_rac-fiocruz-activity-6712012378600439808-eO3o>. Acesso em: 17 dez. 2020.

_____. **RAC Engenharia**. 2019. Disponível em: <<http://www.raceng.com.br/tecnologia-bim.html>>. Acesso em: 4 jan. 2021.

_____. **Testes com QR Codes para melhorar a integração entre o ambiente e o usuário na RAC Engenharia**. 2020e. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CBWRxLBctJh/?utm_source=ig_web_copy_link>.

RÁDIO BRASIL CAMPINAS. **Centro de Pesquisa Boldrini é inaugurado em Campinas**. 2018. Disponível em: <<https://brasilcampinas.com.br/centro-de-pesquisa-boldrini-e-inaugurado-em-campinas.html>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

REINO UNIDO, Department of Health & Social Care. **About ProCure22**. 2020a. Disponível em: <<https://procure22.nhs.uk/about/>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

_____. **National Health Service**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/collections/health-building-notes-core-elements>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

_____. **ProCure21+: Repeatable Rooms Catalogue**. . Londres: NHS. , 2015

_____. **ProCure22 Train. Acad**. 2020b. Disponível em: <<http://p22trainingacademy.co.uk/Dashboards/Dashboard.aspx>>. Acesso em: 4 out. 2020.

_____. **Repeatable Rooms App**. 2016. Disponível em: <https://procure22.nhs.uk/repeatable_rooms_app/00_MainMenu.html>. Acesso em: 4 out. 2020.

REINO UNIDO, Infrastructure and Projects Authority. **UK Gov. Constr. Strateg. 2016-2020. UK Government Construction Strategy 2016-2020**. Londres: Crown, 2016. Disponível em: <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/510354/Government_Construction_Strategy_2016-20.pdf>. Acesso em: 3 out. 2020.

REPÚBLICA DOMINICANA, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. **Ministro de Salud afirma Ciudad Sanitaria Luís E. Aybar estará lista para finales de este año del 2020**. 2020. Disponível em: <<https://www.msp.gob.do/web/?p=8156>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

REVISTA OE. **Estrutura de shopping transforma-se no Hospital de Águas Claras (DF)**. 2020. Disponível em: <<https://revistaoe.com.br/estrutura-de-shopping-transforma-se-no-hospital-de-aguas-claras-df/>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

SACCARDO. **Saccardo Constructions (SA) Pty Ltd**. 2016. Disponível em: <<http://saccardo.com.au/portfolio/new-royal-adelaide-hospital/?tp=17>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

SACKS, Rafael et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Santa Catarina: Governo do Estado de Santa Catarina, 2015.

SBI, Innovation Strategic Building. **bimSCORE**. . [S.l.]: SBI. , 2014

SEXTON, Mike. **ABC News**. 2017. Disponível em: <<https://www.abc.net.au/news/2017-01-24/new-royal-adelaide-hospital-all-you-need-to-know/8206416>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

SKY UK. **Coronavirus: Chinese hospital built in two weeks is to close after last patients leave | World News | Sky News**. 2020. Disponível em: <<https://news.sky.com/story/coronavirus-chinese-hospital-built-in-two-weeks-is-to-close-after-last-patients-leave-11973367>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

TECMUNDO. **O que é Plugin?** 2008. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/hardware/210-o-que-e-plugin-.htm>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

THE B1M. **Delivering New Royal Adelaide Hospital with BIM**. 2016a. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qY7eRQspc1E&ab_channel=TheB1M>. Acesso em: 6 jan. 2021.

_____. **How BIM helped to deliver Australia's \$1.85BN New Royal Adelaide Hospital**. 2016b. Disponível em: <<https://twitter.com/theb1m/status/762566963222765568>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

TRIMBLE. **Tekla Campus**. 2020. Disponível em: <<https://campus.tekla.com/bim-maturity-levels>>. Acesso em: 8 jan. 2021.

UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais. **Repositório UFMG**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UFPE, Universidade Federal do Pernambuco. **ATTENA Repositório Digit. da UFPE**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UFPR, Universidade Federal do Paraná. **Repositório Digit. Inst. da UFPR**. 2020. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **LUME: Repositório Digital**. 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Pantheon Teses e Diss.** 2020. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/1>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina. **Repositório Inst. da UFSC**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UK RESEARCH AND INOVATION. **Health and Care Infrastructure Research and Innovation Centre (HaCIRIC)**. 2020. Disponível em: <<https://gtr.ukri.org/projects?ref=EP/D039614/1>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

ÚLTIMAS NOTÍCIAS. **Últimas Noticias de la República Dominicana**. 2013. Disponível em: <<https://www.ultimasnoticias.com.do/2013/07/12/inician-trabajos-construccion-ciudad-sanitaria-dr-luis-eduardo-aybar-sera-una-moderna-institucion-de-salud/>>. Acesso em: 7 jan. 2021.

UNB, Universidade de Brasília. **Repositório Inst. da UnB**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UNESP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. **Repositório Inst. UNESP**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. **Repositório da Produção Cient. e Intelect. da Unicamp**. 2020. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. **Centre for Digital Built Britain**. 2020. Disponível em: <<https://www.cdbb.cam.ac.uk/research/digital-infrastructure/recommendations-automated-checking-regulations-and-requirements>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

UNIVERSITY OF HUDDERSFIELD. **University of Huddersfield**. 2020. Disponível em: <<https://research.hud.ac.uk/institutes-centres/idl/currentresearchprojects/automated-checking-in-healthcare-design/>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

USP, Universidade de São Paulo. **Bibl. Digit. Teses e Diss. da USP**. 2021. Disponível em: <<https://teses.usp.br/>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

WANG, Zhulin; BULBUL, Tanyel;; LUCAS, Jason'; Computing in Civil Engineering 2015. 2015, Austin: ASCE, 2015.

WELLCOME LIBRARY. **Crimean War: Florence Nightingale at Scutari Hospital. Coloured lithograph by E. Walker, 1856, after W. Simpson.** 2013. Disponível em: <https://search.wellcomelibrary.org/iii/encore/record/C__Rb1179332?lang=eng>. Acesso em: 20 dez. 2020.

WILSON, Letícia. Rigor e complexidade projetual na nova sede do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina. **Revista ÁREA**, 2020. Disponível em: <<http://revistaarea.com.br/sede-do-instituto-de-cardiologia-de-santa-catarina/>>. Acesso em: 4 jan. 2021.

ZAMBARDA, Pedro. **Notícias TechTudo.** 2014. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

ZANETTINI, Siegbert. Contemporary panorama of health buildings in Brazi. **IFHE International Seminar 2017 Proceedings**, p. 83–94, 2017. Disponível em: <https://issuu.com/abdeh/docs/anais_-_25-08-2017_-_prova_4_-_fina>.

ZIONI, Eleonora. **Planejamento físico-funcional e hotelaria em saúde.** São Paulo: SENAC, 2018.

ZOOM. **Monitor LED 21,5 " Acer Full HD V226HQL.** 2020. Disponível em: <https://www.zoom.com.br/monitor/monitor-lcd-21-5-acer-v226hql?_lc=88&q=1680 x 1050 com true color monitor>. Acesso em: 25 jul. 2020.

NORMAS E LEGISLAÇÕES PARA PROJETO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

Resoluções e normas gerais para EAS

Anvisa RDC nº 50/2002 – Normas para projetos físicos de estabelecimento assistencial de saúde.

Anvisa RDC nº 51/2011 – Requisitos para análise, avaliação e aprovação de estabelecimento assistencial de saúde.

Anvisa RDC nº 63/2011 – Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Saúde.

Anvisa RDC nº 222/2018 – Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.

Anvisa RDC nº 15/2012 – Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências.

ABNT NBR 7.256/2005 – Parâmetros para instalação de sistema de tratamento de ar em ambientes críticos e semicríticos.

ABNT NBR 16.651/2019 – Proteção contra incêndios em EAS – Requisitos

ABNT NBR 7.256/2002 – Tratamento de ar em EAS – Requisitos para projeto e execução das instalações

ABNT NBR 15.268/2005 – Laboratório clínico – Requisitos e recomendações para exames de urina

ABNT NBR 12.188/2016 – Sistemas centralizados de suprimento de gases medicinais, de gases para dispositivos médicos e de vácuo para uso em serviços de saúde

ABNT NBR 9.050/2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

NR 32/2002 – Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde

SOMASUS – Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde:

- Volume 1- Atendimento Ambulatorial e Atendimento Imediato
- Volume 2 – Internação e Apoio ao Diagnóstico e à Terapia (Reabilitação)
- Volume 3 – Apoio ao Diagnóstico e à Terapia (Imaginologia)
- Volume 4 – Apoio ao Diagnóstico e à Terapia: Anatomia Patológica, Hemoterapia e Hematologia,
- Medicina Nuclear e Patologia Clínica

Medicamentos e Correlatos

RDC nº 17/2010 e RDC nº 11/2014 – Indústria de Medicamentos e Correlatos

RDC nº 67/2007 – Farmácia de Manipulação

Portaria Federal nº 272/1998 – Nutrição Parenteral

RDC nº 44/2009 – Boas Práticas Farmacêuticas para o controle sanitário do funcionamento, da dispensação e da comercialização de produtos e da prestação de serviços farmacêuticos em farmácias e drogarias e dá outras providências.

Cozinha hospitalar, cozinha institucional, nutrição enteral, lactário, banco de leite humano, indústria de alimentos e água mineral.

RDC nº 216/2004 – Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.

RDC nº 52/2014 – Boas Práticas para os Serviços de Alimentação

RDC nº 275/2002 – Procedimentos Operacionais aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos

RDC nº 171/2006 – Banco de Leite Humano

RDC nº 216/2004 – Lactário e Nutrição Enteral

Oncologia e radioterapia

RDC nº 220/2004 – Oncologia

RDC nº 20/2006 – Regulamento Técnico para o funcionamento de serviços de radioterapia, visando a defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral

Resolução CNEN nº 130/2012 – Requisitos necessários para a segurança e a proteção radiológica em Serviços de Radioterapia

Proteção Radiológica em Serviços Radiação Ionizante

PORTARIA 453 SVS/MS, de 01/06/1998 – Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências.

Medicina Nuclear

RDC nº 159//2013 - Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Medicina Nuclear

RDC nº 38/2008 – Dispõe sobre a instalação e o funcionamento de Serviços de Medicina Nuclear “in vivo”

Urgência/ Emergência

PORTARIA GM/MS nº 2.048, de 05/11/2002 – Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência.

UTI

PORTARIA 551/MS/GM, de 13/04/2005 – Requisitos Comuns para Unidades de Terapia Intensiva de Adultos do MERCOSUL.

RDC nº 07/2010 – Estabelece padrões mínimos para o funcionamento das Unidades de Terapia Intensiva, visando à redução de riscos aos pacientes, visitantes, profissionais e meio ambiente.

PORTARIA GM/MS nº 930, de 10/05/2012 – Define as diretrizes e objetivos para a organização da atenção integral e humanizada ao recém-nascido grave ou potencialmente grave e os critérios de classificação e habilitação de leitos de Unidade Neonatal no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

PORTARIA GM/MS nº 3.432, 12/08/1998 – Estabelece critérios de classificação para as Unidades de Tratamento Intensivo – UTI.

Atenção Domiciliar (*homecare*)

RDC nº 11/2006 – Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Funcionamento de Serviços que prestam Atenção Domiciliar.

CME

RDC nº 15 /2012 – requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências.

Hemodiálise

RDC nº 33/2008 – Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para Hemodiálise no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

RDC nº 11/2014 – Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Diálise e dá outras providências.

Endoscopia

RDC nº 06/2013 – Dispõe sobre os requisitos de boas práticas de funcionamento para os serviços de endoscopia com via de acesso ao organismo por orifícios exclusivamente naturais.

Laboratório Analítico

RDC nº 11/2012 – Dispõe sobre o funcionamento de laboratórios analíticos que realizam análises em produtos sujeitos à Vigilância Sanitária e dá outras providências.

RDC nº 302 /2005 – Regulamento Técnico para funcionamento de Laboratórios Clínicos.

RDC nº 61/2009 – Dispõe sobre o funcionamento dos Laboratórios de Histocompatibilidade e Imunogenética que realizam atividades para fins de transplante e dá outras providências.

Atenção Obstétrica

RDC nº 36/2008 – Regulamento Técnico para Funcionamento dos Serviços de Atenção Obstétrica e Neonatal.

Hemoterapia/ Hematologia

PORTARIA GM/MS nº 158, de 04/02/2016 – Redefine o regulamento técnico de procedimentos hemoterápicos.

RDC nº 34/2014 – Dispõe sobre as Boas Práticas no Ciclo do Sangue.

Lavanderia Hospitalar

RDC nº 06/2012 – Dispõe sobre as Boas Práticas de Funcionamento para as Unidades de Processamento de Roupas de Serviços de Saúde e dá outras providências.

Instituição de Longa Permanência para Idosos – ILPI

RDC nº 283/2005 – Regulamento Técnico que define normas de funcionamento para as Instituições de Longa Permanência para Idosos, de caráter residencial.

Centro de Atenção Psicossocial – CAPS

PORTARIA nº 148, de 31/01/2012 – Define as normas de funcionamento e habilitação do Serviço Hospitalar de Referência para atenção a pessoas com sofrimento ou transtorno mental e com necessidades de saúde decorrentes do uso de álcool, crack e outras drogas, do Componente Hospitalar da Rede de Atenção Psicossocial, e institui incentivos financeiros de investimento e de custeio.

PORTARIA GM/MS nº 251, de 31/01/2002 – Estabelece diretrizes e normas para a assistência hospitalar em psiquiatria, reclassifica os hospitais psiquiátricos, define e estrutura, a porta de entrada para as internações psiquiátricas na rede do SUS e dá outras providências.

PORTARIA GM/MS nº 2.415, de 23/03/1998 – Estabelece requisitos para credenciamento de Unidades Hospitalares e critérios para realização de internação em regime de hospital-dia

PORTARIA GM/MS nº 2.644, de 28/10/2009 – Estabelece novo reagrupamento de classes para os hospitais psiquiátricos, reajusta os respectivos incrementos e cria incentivo para internação de curta duração nos hospitais psiquiátricos e dá outras providências.

PORTARIA GM/MS nº 336, de 19/02/2002 – Serviços dos Centros de Atenção Psicossocial.

PORTARIA SAS/MS nº 305, de 03/05/2002 – Estabelece normas para cadastramento e funcionamento dos CAPS ad.

LEI Nº 975/1995 – Fixa diretrizes para a atenção à saúde mental no Distrito Federal e dá outras providências.

LEI nº 10.216/2001 – Dispõe sobre a proteção e os direitos das pessoas portadoras de transtornos mentais e redireciona o modelo assistencial em saúde mental.

RDC nº 29/2011 – requisitos de segurança sanitária para o funcionamento de instituições que prestem serviços de atenção a pessoas com transtornos decorrentes do uso, abuso ou dependência de substâncias psicoativas.

