

TECNOLOGIA BIM PARA EDIFÍCIOS DE SAÚDE

Rita Siqueira Campos Lourenço

Dra. Eliete de Pinho Araujo (UniCEUB)

Linha de pesquisa: Cidade, infraestrutura urbana, tecnologia e projeto

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.

1 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*¹, 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.

¹ 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.

2 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.

3 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 contêm 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 com 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-Dieu², 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) .

² 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 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).

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

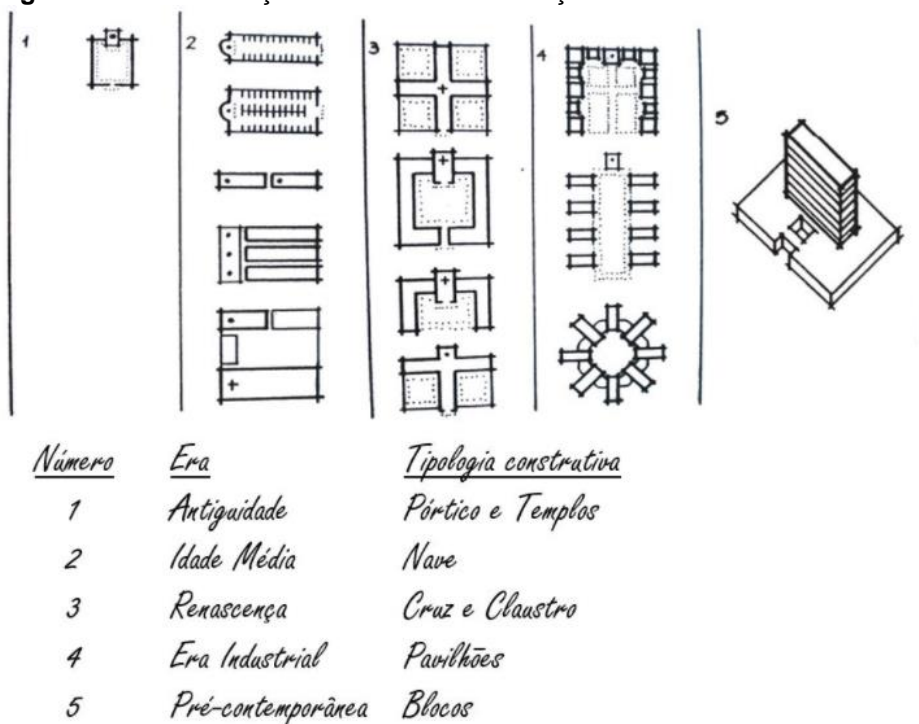
Figura 1 - Florence Nightingale no Hospital de Scutari (atual Istambul) durante a Guerra da Crimeia. Litogravura feita por William Simpson em 1856 e colorida por Edmund Walker



Fonte: (WELLCOME LIBRARY, 2013)

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 permeadas por aspectos culturais e ideológicos que, por sua vez, levam a diferentes tipos de soluções espaciais e construtivas”.

Figura 2 - Transformação histórica das construções de saúde



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

A Figura 2 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 as estruturas dos edifícios de saúde, face à velocidade e impacto das inovações tecnológicas dos últimos decênios, tem se tornado 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.

4 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 3 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 1 - Casos de referência do uso do BIM em EAS apresentados neste trabalho

Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs)	TIPO DO EAS	CIDADE E PAÍS
The New Royal Adelaide Hospital	Hospital	Adelaide, Austrália
Centro de Pesquisa Boldrini	Laboratório	Campinas, São Paulo
Centro de Pesquisa René Rachou – Fiocruz	Laboratório	Belo Horizonte, Minas Gerais
Centro Hospitalar de Combate à Pandemia de Covid-19	Hospital de Campanha	Rio de Janeiro, Brasil

Fonte: a autora (2020).

4.1 Internacional: O Novo Royal Adelaide Hospital Em Adelaide Na Austrália

Quadro 2 - 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
Fonte: MILLS, 2016		
PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:	Equipe de projetos estima 12% de economia em compatibilização (evitando retrabalho em obra); As <i>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:	O trabalho com times virtuais causou dispersão e descontinuidade nos estágios de projeto evidenciando problemas nos processos de engenharia simultânea com grandes equipes e muitas disciplinas de projeto (MIGNONE et al., 2016).	

Fonte: elaborado pela autora (2020), 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 geraram mais de 14 mil desenhos 2D (ANCR, 2015).

Figura 3 - Modelo BIM renderizado à esquerda e foto da construção à direita do novo Royal Adelaide Hospital



Fonte: (CUNDALL, 2017; SACCARDO, 2016).

Figura 4 - 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 5 - 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 6 - Pessoal de obra utilizando o tablet no canteiro para conferências no modelo BIM e lançamento no SPOTNIC



Fonte: (PENN, 2016).

4.2 Nacional: Centro de Pesquisa Boldrini em Campinas, São Paulo

Quadro 3 - Quadro resumo do caso de referência Centro de Pesquisa Boldrini em Campinas

CENTRO DE PESQUISA BOLDRINI			
	TIPO DO EAS	LABORATÓRIOS CENTRO PESQUISA	E DE
	AUTORIA DO PROJETO	DO 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	
PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ATINGIDOS PELO USO DO BIM:		<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; <p>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>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.</p>	

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

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 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 Sketchup. 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.

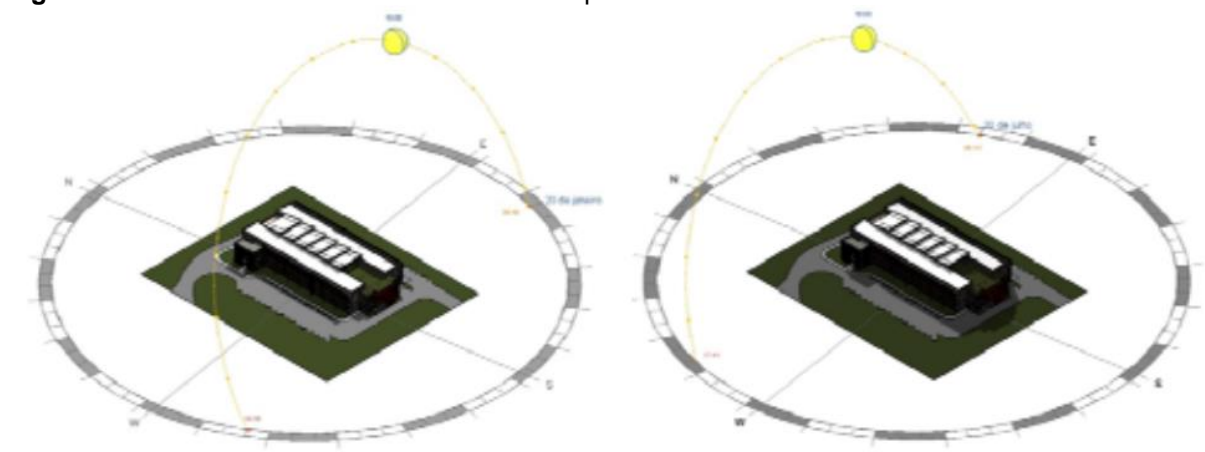
Atualmente o Centro de Pesquisa Boldrini se configura como o maior centro de pesquisa em oncologia pediátrica da América Latina, abrigando nove grupos de estudos atuantes nas áreas-chave mais avançadas da pesquisa científica para combate ao câncer: imunoterapia; anticorpos monoclonais terapêuticos; DNA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

Figura 7 - Modelo BIM do Centro Boldrini à esquerda e foto da construção à direita



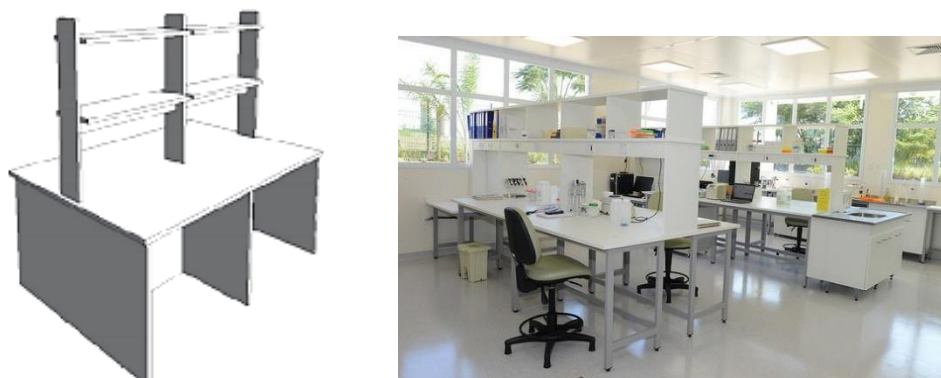
Fonte: (DEZAN, 2014; BOLDRINI, 2020a)

Figura 8 - Estudo de incidência solar viabilizado pelo modelo BIM elaborado no *software* Revit



Fonte: (DEZAN, 2014).

Figura 9 – Mobiliário do Centro de Pesquisa Boldrini projetado em BIM (componente/família) à esquerda e foto da execução real à direita



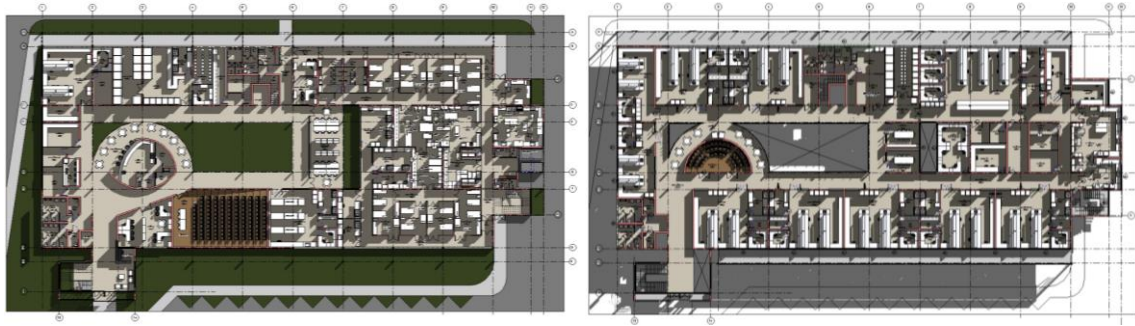
Fonte: (DEZAN, 2014; RÁDIO BRASIL CAMPINAS, 2018).

Figura 10 - Representação 3D do modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini com inserção de mobiliário e equipamentos



Fonte:(DEZAN, 2014).

Figura 11 - Planta térrea do modelo BIM do Centro de Pesquisa Boldrini à esquerda e do pavimento superior à direita



Fonte: (DEZAN, 2014).

Figura 12 - Representação 3D de mobiliários e equipamentos do Centro de Pesquisa Boldrini.



Fonte: (DEZAN, 2014).

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

Quadro 4 - 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			
	TIPO DO EAS		HOSPITAL DE
	AUTORIA DO PROJETO	DO	RAC CAMPANHA ENGENHARIA S.A.
	PAÍS		BRASIL
	CIDADE		RIO DE JANEIRO
	ANO DO PROJETO		2020
	ANO DA CONSTRUÇÃO	DA	2020 PROJETADO CONSTRUIDO APROXIMADAMENTE DIAS
	ÁREA		≈ 9.800 m ²
	CUSTO DO PROJETO*	DO	≈ R\$ 61.400.000,00 OBRA ≈ R\$ 14.000.000,00 EQUIPAMENTOS MATERIAIS
LEVEL BIM			LEVEL 2
<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> <p>Projeto de carácter emergencial produzido em curto prazo de tempo.</p>			

Fonte: (OLIVEIRA, 2020)

Fonte: elaborado pela autora (2020), 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, 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.

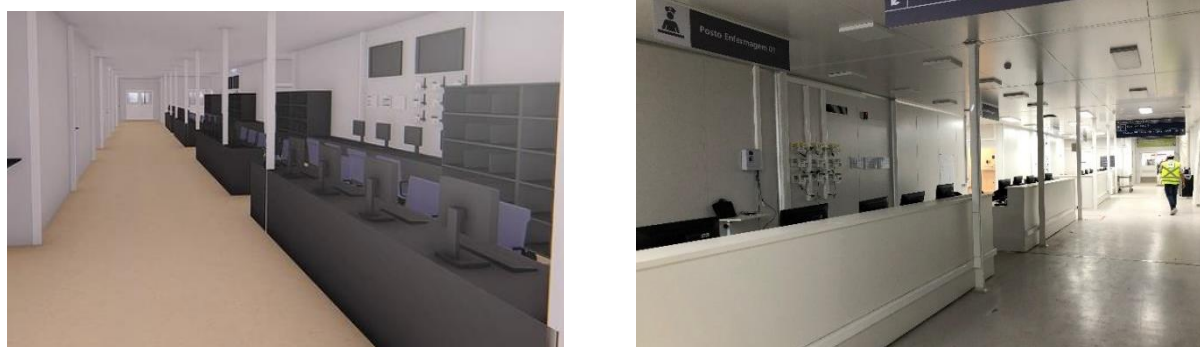
Toda a construção foi registrada e está disponível para visualização interativa em *time-lapse*³ no *website* da Fiocruz, acessível por meio do link: <https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vthospital/>.

Figura 13 - 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 14 -Vista interna do 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, 2020b)

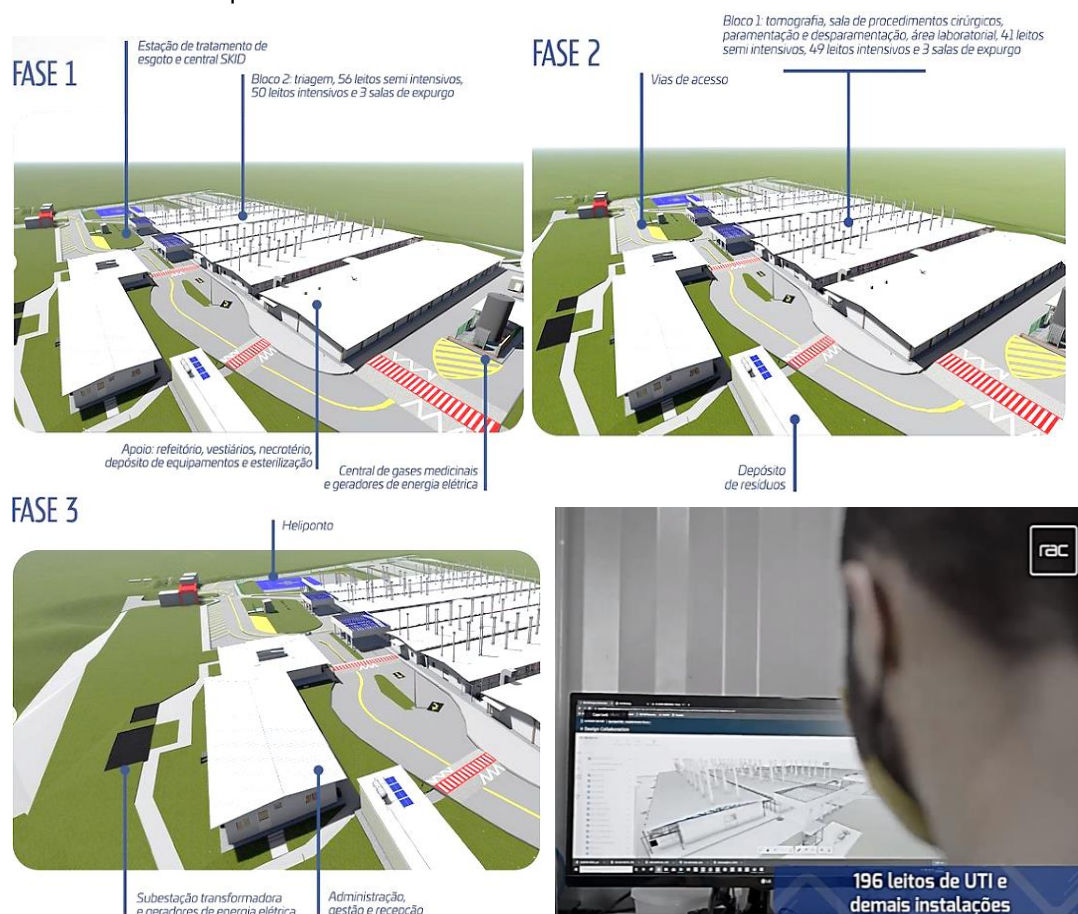
³ O *time-lapse* é uma técnica cinematográfica que transforma fotos (ou trechos de vídeo) sequenciais em um só vídeo de curta duração, que apresenta uma sequência de andamento, evolução, progressão de tempo muito maior do que a durabilidade do vídeo em si.

Figura 15 - Imagens demonstrando a evolução da construção do Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19



Fonte: (Fiocruz, 2020), adaptado pela autora (2020).

Figura 16 - Fases de obra demonstradas no modelo BIM e foto colaborador da RAC Engenharia trabalhando no arquivo



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

5 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 6 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de projeto. Quadro 6, mas, ainda assim, não deixam de ser relevantes as contribuições dadas nas etapas de obra e gestão conforme listado nos Quadro 7 e Quadro 8, 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 5 que traz listados os impasses vivenciados e relatados nos estudos de casos de referências apresentados na “Parte A” desta pesquisa.

Quadro 5 - Quadro resumo dos desafios relatados pelo uso do BIM nos casos de referência encontrados durante a 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 (2020).

Quadro 6 - Resumo dos benefícios trazidos pelo uso do BIM na fase de projeto

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> ;
Feitio 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 (2020).

Quadro 7 - 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 (2020).

Quadro 8 - 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 (2020).

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que, durante o processo de projeto, que visa a obtenção de eficiência energética no edifício construído, é importante a utilização de métodos de simulação obtidos por modelos digitais paramétricos, que permitem mensurar seu desempenho levando em conta mudanças formais ou troca de materiais construtivos durante a concepção do ambiente.

Por meio do uso de modelos digitais, o projetista poderá, com facilidade e agilidade, analisar quais efeitos as suas decisões de projetos produzirão no meio externo, podendo determinar a quantidade, especificidade e qualidade da aplicação de técnicas sustentáveis ao edifício.

REFERÊNCIAS

ANCR, A. N. C. R. The New Royal Adelaide Hospital. **Australian National 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](https://www.sth.com.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/2015Publications/2014.03.04_ANCR_NewRoyalAdelaideedit.pdf). Acesso em: 6 jan. 2021.

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

BARBOSA, C. **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.

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

_____. **Centro Boldrini**. Disponível em: <https://www.boldrini.org.br/>. Acesso em: 11 jan. 2021b.

BRASIL, M. da S. A. N. de V. S. **RDC 50/2002: Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. Brasília, ANVISA, 2002.

BRASIL, M. da S. S. de A. à S. C.-G. de N. **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**. [s.l.: s.n.]

CÂMERA, A.; FUCHS, A. Covid-19: Centro Hospitalar da Fiocruz entra em funcionamento. **Notícias Portal Fiocruz**, 19 maio 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/covid-19-centro-hospitalar-da-fiocruz-entra-em-funcionamento>. Acesso em: 17 jan. 2021.

CARVALHO, A. P. A. de. **Introdução à arquitetura hospitalar**. Salvador: Quarteto, 2014.

CUNDALL. **Cundall Projects**. Disponível em: <https://cundall.com/Projects/Royal-Adelaide-Hospital.aspx#>. Acesso em: 7 jan. 2021.

DEZAN, W. V. 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.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FABIANI, J.-N. **A fabulosa história do hospital: da Idade Média aos dias de hoje.** Porto Alegre: L&PM, 2020.

FIOCRUZ. **Centro Hospitalar para a Pandemia de Covid-19: Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas.** Disponível em: <https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vthospital/>. Acesso em: 17 jan. 2021a.

_____. **Status:** Construção do Centro Hospitalar de Combate à Pandemia de Covid-19. RJ: COGIC. Disponível em: <http://www.cogic.fiocruz.br/2020/04/status-construcao-do-centro-hospitalar-do-instituto-nacional-de-infectologia-rj/>. Acesso em: 17 jan. 2021b.

FIORIN, P. **Por Dentro da Autodesk Brasil.** 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.

FORM 700. **TForm 700 Projects.** Disponível em: <http://www.form700.com.au/the-new-royal-adelaide-hospital/>. Acesso em: 7 jan. 2021.

G1. Centro de Pesquisa Boldrini triplica pesquisadores em 2 anos e descobre genes causadores e agravadores da leucemia. **G1.** 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.ghhtml>. Acesso em: 11 jan. 2021.

GÓES, R. de. **Manual prático de arquitetura para clínicas e laboratórios.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

HANSEN YUNCKEN. **Hansen Yuncken Website.** Disponível em: <https://www.hansenyuncken.com.au/hy-insights/634-home-to-the-southern-hemispheres-largest-bim-project>. Acesso em: 6 jan. 2021.

KARMAN, J. **Manutenção e segurança hospitalar preditivas.** São Paulo: IPH, 2011.

KOLAREVIC, B. **Architectura in the digital age: Design and Manufacturing.** London: Spon Press, 2009.

LABNETWORK. **Começa a construção do Instituto de Engenharia Molecular e Celular.** Disponível em: <https://www.labnetwork.com.br/noticias/comeca-a-construcao-do-instituto-de-engenharia-molecular-e-celular/>. Acesso em: 11 jan. 2021.

MACHRY, H. S. **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.

MIGNONE, G. 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, F. **Delivering New Royal Adelaide Hospital with BIM**. Disponível em: <https://www.theb1m.com/video/delivering-new-royal-adelaide-hospital-with-bim>. Acesso em: 6 jan. 2021.

MIQUELIN, L. C. **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.

OLIVEIRA, L. **Divulgação Centro Hospitalar Fiocruz**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/covid-19-centro-hospitalar-da-fiocruz-entra-em-funcionamento>.

PENN, C. **BIM Manager of new Royal Adelaide Hospital What does BIM mean to the Project?**, 2016. 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.

PLATONOW, V. 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.

RAC ENGENHARIA. **A realização da obra do Centro Hospitalar para a pandemia de Covid-19 no Rio de Janeiro**. Disponível em: https://www.instagram.com/p/CEC8MruK7N_/?utm_source=ig_web_copy_link. Acesso em: 17 dez. 2020a.

RAC ENGENHARIA. **RAC + FIOCRUZ Obra do Centro Hospital Emergencial COVID-19**. Disponível em: https://www.linkedin.com/posts/rac-engenharia_rac-fiocruz-activity-6712012378600439808-eO3o. Acesso em: 17 dez. 2020b.

_____. **Obra Fiocruz**. Disponível em: https://www.instagram.com/p/B_nU5mUFn8R/?utm_source=ig_web_copy_link.

RÁDIO BRASIL CAMPINAS. **Centro de Pesquisa Boldrini é inaugurado em Campinas**. Disponível em: <https://brasilcampinas.com.br/centro-de-pesquisa-boldrini-e-inaugurado-em-campinas.html>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SACCARDO. **Saccardo Constructions (SA) Pty Ltd**. Disponível em: <http://saccardo.com.au/portfolio/new-royal-adelaide-hospital/?tp=17>. Acesso em: 7 jan. 2021.

SEXTON, M. **ABC News**. 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.

THE B1M. **Delivering New Royal Adelaide Hospital with BIM**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qY7eRQspc1E&ab_channel=TheB1M. Acesso em: 6 jan. 2021a.

_____. **How BIM helped to deliver Australia's \$1.85BN New Royal Adelaide Hospital**. Disponível em: <https://twitter.com/theb1m/status/762566963222765568>. Acesso em: 7 jan. 2021b.

WELLCOME LIBRARY. **Crimean War**: Florence Nightingale at Scutari Hospital. Coloured lithograph by E. Walker, 1856, after W. Simpson. Disponível em: https://search.wellcomelibrary.org/iii/encore/record/C__Rb1179332?lang=eng. Acesso em: 20 dez. 2020.

ZIONI, E. **Planejamento físico-funcional e hotelaria em saúde**. São Paulo: SENAC, 2018.