

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

OS BENEFÍCIOS DO USO DO BIM NO PROJETO DA NOVA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ¹

DURCE, Dario C. (1); FISCHER, Rafael S. (2); HASSEGAWA, Benício (3); PEIXE, Marco A. (4); SCHEER, Sérgio (5)

(1) UFPR, e-mail: dariodurce@gmail.com; (2) UFPR, e-mail: rafaelsanfischer@gmail.com; (3) UFPR, e-mail: benicio.daniel@gmail.com; (4) UFPR, e-mail: marco.a.peixe@gmail.com; (5) UFPR, e-mail: scheer@ufpr.br;

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar quais foram os principais benefícios do uso do BIM verificados junto a membros da equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto da nova Estação Antártica Comandante Ferraz. Também busca evidenciar quais benefícios citados podem ser maximizados em projetos futuros. Para avaliá-los, foi realizada uma revisão bibliográfica buscando levantar quais são os principais benefícios do BIM citados por autores relevantes. Optou-se por utilizar um método de avaliação desses benefícios baseado em artigo de referência, que se mostrou capaz de cumprir os objetivos do trabalho. Os critérios avaliados foram coordenação do projeto, escopo, tempo, custo, qualidade, organização, comunicação, risco e software. Como resultado, foi verificado que a maior parte dos benefícios listados na revisão bibliográfica acabaram sendo identificados, principalmente no que se diz respeito a coordenação do projeto, custo e qualidade. No entanto, critérios como a organização da equipe, gestão do tempo e proficiência do software ainda possuem margem para serem melhor explorados.

Palavras-chave: BIM. Benefícios do BIM. Maturidade BIM.

ABSTRACT

This work aims to analyze what were the main benefits of BIM use checked by the members of the team responsible for the development of the project of the new Comandante Ferraz Antarctic Station. It also seeks to show which mentioned benefits can be maximized in future projects. To evaluate them, a literature review aimed to assess what are the key benefits of BIM cited by relevant authors was held. We chose to use the assessment method defined by a reference paper, that proved to be able to meet the objectives of the work. The criteria evaluated were project coordination, scope, time, cost, quality, organization, communication, risk and software. As a result, it was found that most of the benefits listed in the literature review were eventually identified, particularly as regards the project coordination, cost and quality. However, criteria such as team organization, time management and software proficiency still have margin to be better exploited.

Keywords: BIM. BIM Benefits. BIM Maturity.

¹ DURCE, Dario; FISCHER, Rafael S.; HASSEGAWA, Benício; PEIXE, Marco A.; SCHEER, S. Os benefícios do uso do BIM no projeto da nova estação antártica comandante ferraz. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Após um incêndio ter destruído em fevereiro de 2012 o principal edifício da Estação Antártica Comandante Ferraz – EACF -, o programa antártico brasileiro - PROANTAR - determinou a necessidade da construção de um novo edifício, que teria seu projeto selecionado através de um concurso público internacional de projetos. Lançado no início de 2013, o concurso organizado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil - IAB - teve 109 equipes inscritas e 74 trabalhos apresentados. Após o processo de avaliação por parte da comissão julgadora, foi selecionada a proposta vencedora, de autoria do escritório curitibano Estúdio 41 (ALVAREZ, 2013).

Dada a complexidade dos projetos de arquitetura e complementares que tal programa exigia, aliada ao curtíssimo prazo de entrega imposto pela Marinha do Brasil, a equipe vencedora optou por utilizar a tecnologia BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem da Informação da Construção). Embora apenas dois de seus membros fossem completamente proficientes na tecnologia, acreditava-se que com a gradual melhoria das habilidades dos outros profissionais ao longo do processo e com a construção de um modelo tridimensional virtual único, iria-se poupar tempo, evitar retrabalhos, integrar mais facilmente as equipes de projetos complementares, facilitar a coordenação do projeto e, principalmente, evitar erros.

A partir de revisão bibliográfica, este artigo compara percepções que os autores do projeto tiveram ao final de seu desenvolvimento com os principais benefícios e potencialidades listadas por importantes referências científicas da área, utilizando como base para o método o conjunto listado em BRYDE *et al.* (2012). A ideia não é comparar se houve mais benefícios ou pontos negativos do BIM durante o desenvolvimento do projeto e, sim, identificar quais benefícios se destacaram e quais pontos negativos foram identificados, de maneira a compreender onde há espaço para melhoria na aplicação e utilização do BIM em futuros projetos de arquitetura e engenharia.

Tal como BRYDE *et al.* (2012) afirma, os principais benefícios identificados na avaliação do desenvolvimento do projeto da EACF foram relativos à maior capacidade de controle de todo o processo de projeto ao longo de suas fases. Uma redução considerável de tempo de projeto, necessária pelo prazo exíguo com o qual a equipe estava lidando, foi constatada. A facilidade de integração entre os projetos arquitetônicos e de outras disciplinas também é destacada. Os principais pontos negativos encontrados são relativos à plataforma BIM utilizada, capacidade de hardware e necessidade de mais treinamento em BIM por parte dos membros da equipe.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A nova Estação Antártica Comandante Ferraz - EACF

A questão ambiental na Antártica é tão importante de se considerar quanto o fornecimento de abrigo aos ocupantes. A estação deve ser pensada de uma maneira autônoma e autossuficiente (VALE e VALE, 2000 apud ALVAREZ; VARGAS, 2013), quase como se fosse uma nave espacial (WENDER, 2013 apud ALVAREZ; VARGAS, 2013) em um planeta desconhecido.

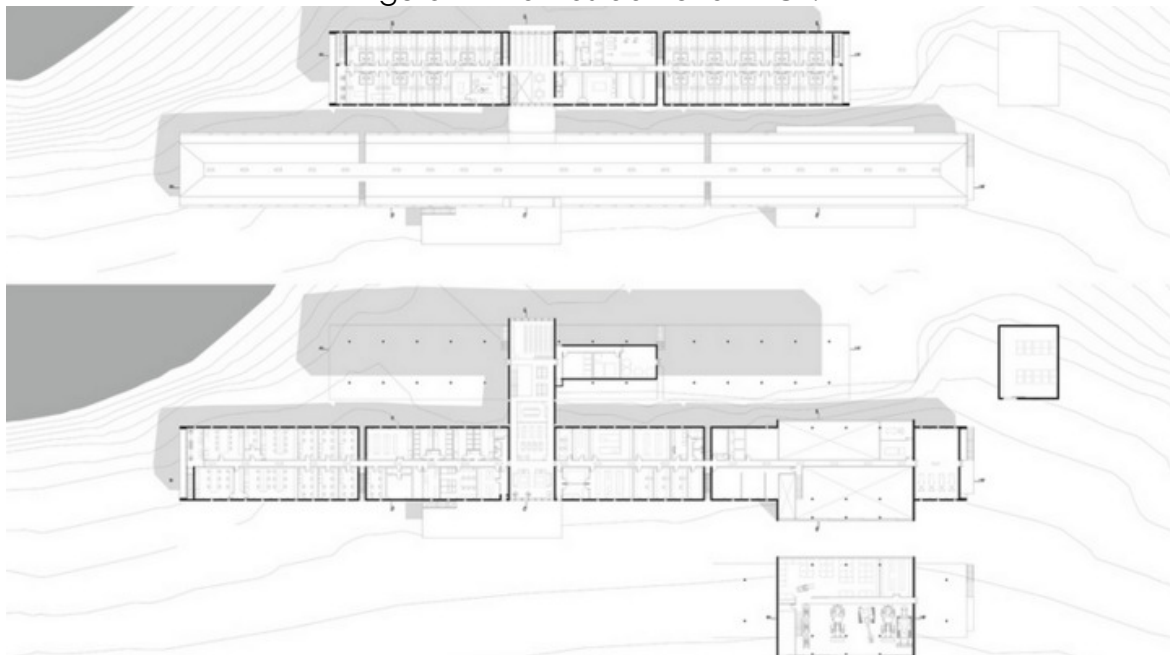
No edital e termo de referência era muito clara a preocupação da Marinha com o respeito ao meio ambiente e com a minimização de impactos. Também se verificava um incentivo a racionalização e modulação do projeto, segregação em blocos, flexibilidade de uso e preocupação com situações de emergência, a fim de evitar acidentes como o que destruiu a estação anterior (BRASIL, 2013).

Figura 1 - Perspectiva da proposta vencedora.



Fonte: Estúdio 41

Figura 2 - Plantas da nova EACF.

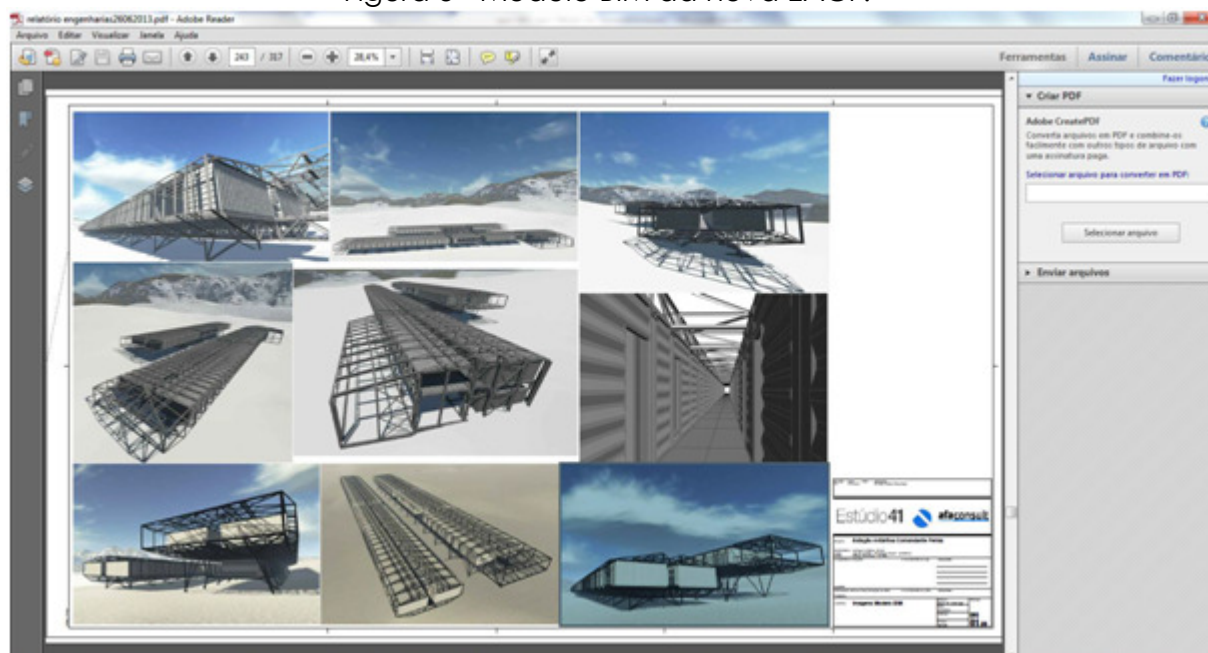


Fonte: Estúdio 41

A partir do resultado do concurso, buscando-se a ferramenta de projeto mais vantajosa para atender aos requisitos especificados, assim como gerenciar

as interferências entre as diversas disciplinas de engenharia e arquitetura, optou-se pela adoção da tecnologia BIM para a elaboração e coordenação do modelo virtual. Desse modo, a equipe do escritório de arquitetura brasileiro associou-se a uma empresa de engenharia portuguesa que já possuía ampla experiência de trabalho com o BIM, visando estabelecer uma parceria que proporcionasse maior eficiência e rapidez no processo de desenvolvimento do projeto, garantindo a agilidade necessária conjugada à consistência da documentação produzida (ALVAREZ *et al.*, 2013).

Figura 3 - Modelo BIM da nova EACF.



Fonte: Estúdio 41

2.2 BIM e seus benefícios

Para EASTMAN *et al.* (2011), BIM é uma tecnologia de modelagem, organização, comunicação e análise de informações contidas em um modelo virtual. Para SUCCAR (2009), o BIM é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permite múltiplos agentes da construção civil projetar, construir e operar um edifício.

Essa tecnologia admite a construção virtual de um projeto de maneira que todos os elementos modelados conttenham informações. Assim, pode-se verificar seu desempenho em várias disciplinas diferentes. Para tirar pleno proveito dessas informações, todavia, há necessidade da inclusão dos agentes responsáveis pelo projeto, construção e operação de um edifício ainda nas etapas prematuras do desenvolvimento do conceito arquitetônico (EASTMAN *et al.*, 2011). Isso acontece no nível mais avançado de maturidade BIM, chamado por SUCCAR (2009) de IPD (*Integrated Project Delivery*). Entretanto, podem ser observados benefícios importantes ainda nos primeiros níveis de maturidade de utilização da tecnologia. No nível 1, os desenhos e visualizações de um projeto são parametrizados, facilitando sua

elaboração e diminuindo o tempo de representação. No 2, começa a haver alguma compatibilização entre projetos complementares com o auxílio do BIM. No 3, já ocorre a integração das equipes de construção e de projetos complementares nas fases de concepção de um projeto.

Kymmell (2008) classifica os benefícios do BIM sob três princípios básicos: visualização, colaboração e eliminação. A visualização se refere à melhoria da compreensão a partir do uso do modelo virtual, facilitando o levantamento das necessidades projetuais e contribuindo para a sua descrição. A colaboração diz respeito ao encorajamento e à facilitação de uma ação cooperativa e multidisciplinar. Por fim, a eliminação consiste em benefícios relativos ao projeto, como redução de conflitos, de perdas e de riscos.

"Através da modelagem paramétrica, os diversos projetistas inserem suas informações em objetos ou elementos, além de regras que definem seus padrões de comportamento, criando conjuntos lógicos que podem ser atualizados automaticamente" (ROMCY *et al.*, 2014). Assim, os diversos agentes envolvidos devem gerenciar um fluxo de informações de forma contínua, com comunicação plena e coordenada entre as atividades, visando a integração preconizada no IPD, algo que modifica a própria dinâmica de trabalho.

2.3 Avaliação de benefícios do BIM

Em estudo realizado por BARLISH e SULLIVAN (2012), foram levantados benefícios em relação aos métodos tradicionais de desenvolvimento de projetos: montagem do cronograma; minimização de retrabalhos; visualização 2D e 3D; aumento da produtividade; diminuição de custos; facilitação de comunicação; verificação de conflitos físicos e interferências; aumento da segurança do edifício, gerenciamento e manutenção de sistemas; facilidade de pré-fabricação; simulações virtuais de desempenho; consumo energético; além de estimativas consideravelmente precisas de custo. O autor adverte que o sucesso do BIM depende de fatores como o tamanho do projeto, proficiência por parte dos membros da equipe e comunicação, além de alguns fatores externos.

CZMOCH e PEKALA (2014) cita ainda possibilidade de detectar interferências entre diferentes disciplinas; parametricismo do BIM - que atualiza todos os desenhos e representações no momento em que há alguma mudança no modelo principal; possibilidade de planejar com mais precisão o tempo de execução das fases do projeto; possibilidade de estimar rapidamente custos a partir de quantitativos gerados; possibilidade de integração com softwares voltados à análise de desempenho, para melhorar eficiência e conforto; e, finalmente, facilidade de gestão dos materiais necessários para a construção. Deve-se também ponderar pontos negativos: o uso da ferramenta pode significar grandes investimentos iniciais como, por exemplo, adquirir licenças; caso a equipe não tenha proficiência no software, será necessário treinamento dos funcionários, o que muitas vezes significa

aumento de custos; sistemas BIM são extremamente precisos e essa exigência, reconhecidamente positiva, pode ser um empecilho para a criação de novos projetos; finalmente, deve-se atentar que somente o modelo completo é útil quando se trata de BIM, não permitindo obter informações completas enquanto não se têm tudo modelado corretamente.

3 MÉTODO

Para avaliar qualitativamente o desenvolvimento do projeto executivo da nova EACF em uma plataforma BIM, optou-se por utilizar como base para os procedimentos metodológicos o descrito por BRYDE *et al.* (2012). Esse trabalho lista nove principais benefícios do uso do BIM determinados a partir de uma ampla revisão bibliográfica realizada pelo autor. Esses benefícios são também definidos como os critérios de avaliação do desenvolvimento do projeto em BIM.

As informações foram coletadas junto aos membros da equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto arquitetônico. Os integrantes da equipe responderam por escrito um questionário com os critérios listados por BRYDE *et al.* (2012), no qual deveriam indicar se esses foram de fato encontrados durante o desenvolvimento do projeto, ou se houveram pontos negativos ou passíveis de serem melhorados relativos a cada um deles.

Sempre que um benefício era confirmado, atribuía-se 1 (um) ponto positivo ao critério. Sempre que uma deficiência ou questão passível de melhoria eram citadas, atribuía-se 1 (um) ponto negativo. Ao final, a pontuação de cada critério foi somada, obtendo-se assim uma classificação dos benefícios mais citados, e dos benefícios com maior possibilidade de serem melhorados no desenvolvimento de projetos futuros. Essa classificação tem como finalidade apenas evidenciar os benefícios mais importantes e os pontos a serem melhorados, não tendo como objetivo, portanto, comparar os critérios uns com os outros.

Os critérios definidos por BRYDE *et al.* (2012) utilizados na avaliação foram:

- Coordenação do projeto: verificação da integração, unificação, consolidação, articulação e questionamentos integrativos por parte dos diversos membros da equipe envolvidos;
- Escopo: verificação e controle da pertinência ao projeto do que estava sendo feito;
- Tempo: verificação e controle se as etapas do projeto estavam sendo desenvolvidas e completadas dentro do prazo e sequência definidos;
- Custos: verificação da efetiva redução de custos de projeto se comparado com os possíveis custos por meio de um projeto desenvolvido de maneira tradicional;
- Qualidade e precisão: verificação se o BIM forneceu a precisão necessária ao projeto e qual a importância dele para que essa precisão tenha sido possível;
- Organização: verificação se o modelo BIM subsidiou o desenvolvimento,

concepção ou criação de alguma parte dos projetos;

- Comunicação: verificação dos benefícios proporcionados pelo BIM relativos à comunicação entre os membros das diversas equipes envolvidas;
- Risco: verificação da possível redução de riscos a partir do uso do BIM;
- Software: verificação de possíveis benefícios ou problemas encontrados especificamente a respeito dos softwares utilizados.

4 AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DO BIM

4.1 Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico da EACF foi desenvolvido por uma equipe formada por cinco arquitetos, dos quais apenas um membro possuía proficiência plena na plataforma, sendo que os outros melhoraram suas habilidades ao longo do processo. O membro mais experiente acabou ficando responsável pelo gerenciamento do modelo. O escopo do projeto desenvolvido pela equipe englobava o projeto de arquitetura, de comunicação visual, de interiores, de mobiliário, de vedações, coordenação dos projetos listados anteriormente, e coordenação e compatibilização de todos os outros projetos complementares.

Por sua vez, outras quatro empresas se envolveram no desenvolvimento dos projetos complementares, totalizando vinte e sete responsáveis técnicos e mais cinco consultores.

4.2 Projetos complementares

Uma das empresas ficou encarregada da coordenação dos projetos de acústica, automação, estruturas, fundações, gerenciamento de resíduos, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, instalações mecânicas, segurança, cronograma físico-financeiro e coordenação e compatibilização entre os projetos listados.

Uma terceira empresa ficou encarregada pelo projeto da cozinha profissional, enquanto a quarta empresa ficou exclusivamente responsável pelo orçamento.

4.3 Comunicação

A comunicação entre os membros da equipe do projeto arquitetônico era feita *in loco*, sendo o arquivo central disponibilizado na rede do escritório. Já a comunicação entre a equipe de arquitetura e as equipes dos projetos complementares era feita à distância via teleconferências, telefonemas, e-mails e, também, através de reuniões físicas realizadas periodicamente. Todas as equipes de projetos complementares possuíam uma maturidade de utilização da plataforma BIM compatível com a da equipe do projeto de arquitetura, o que facilitou todo o processo.

4.4 Membros entrevistados

A avaliação do desenvolvimento do projeto da nova estação através do método de BRYDE *et al.* (2012) ficou restrita a três membros da equipe de projeto arquitetônico: o arquiteto com mais proficiência, designado como gerente do modelo BIM, além de dois outros arquitetos cuja aquisição de proficiência ao longo do projeto foi julgada por eles mesmos como bastante intensa.

4.5 Resultados

4.5.1 Coordenação do projeto

Benefícios citados +8

Arquivo único facilitou a coordenação (2); arquivo único permitiu o desenvolvimento do projeto de maneira simultânea; arquivo único facilitou a tomada de decisões; o produto final foi mais consistente; arquivo único facilitou o gerenciamento; o BIM facilitou a comunicação; o BIM facilitou a troca de arquivos.

Pontos a serem melhorados citados -2

Na ausência ou desligamento de um membro havia a necessidade da verificação minuciosa do trabalho feito; diferenças de proficiência geraram a necessidade do uso do sistema em CAD.

4.5.2 Escopo

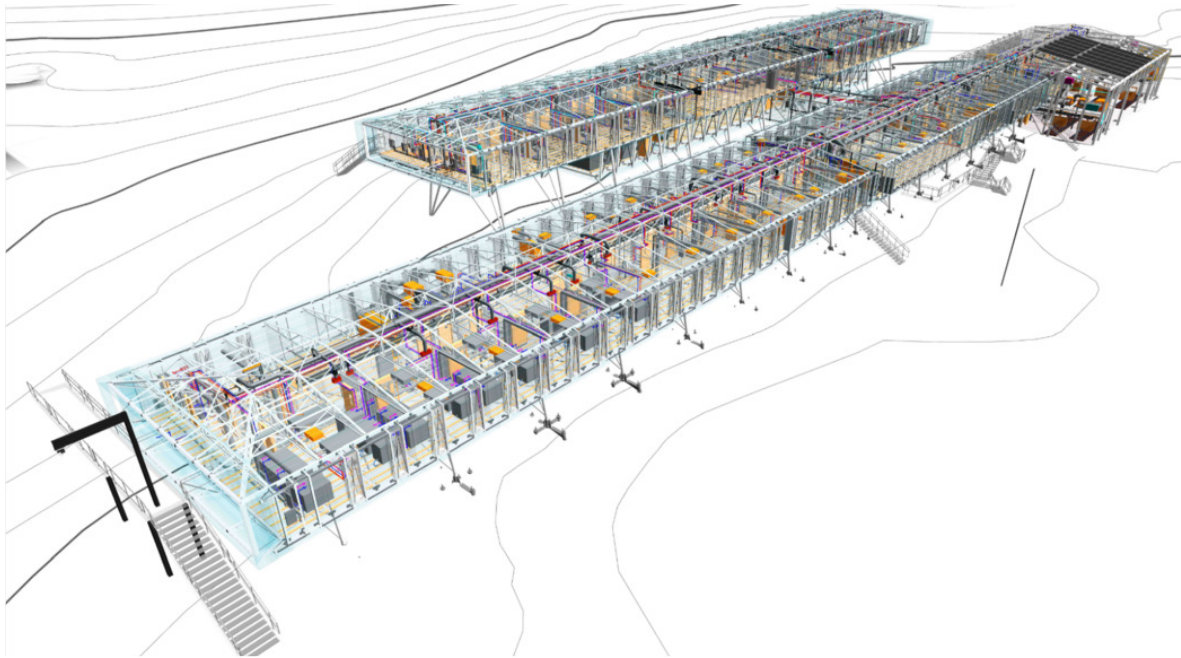
Benefícios citados +3

BIM permitiu a execução de desenhos 2D e 3D simultaneamente (2); permitiu o desenvolvimento da maior parte das peças gráficas na própria plataforma;

Pontos a serem melhorados citados -3

Alguns detalhamentos tiveram que ser desenvolvidos em CAD, mesmo pelo membro com alto grau de proficiência (2); a resistência de uso por parte de alguns profissionais sugere uma necessidade de um planejamento mais antecipado do uso do BIM.

Figura 4 - Modelo BIM do projeto da nova EACF



Fonte: Estúdio 41

4.5.3 Tempo

Benefícios +3

Maior agilidade na tomada de decisões; documentação do projeto exponencialmente mais rápida em relação ao CAD; o menor número de agentes subcontratados devido ao uso do BIM agilizou o desenvolvimento do projeto.

Pontos a serem melhorados -3

Maior tempo para se chegar a uma solução em estágios iniciais; a proficiência plena de todos os membros da equipe no começo poderia ter agilizado o desenvolvimento do projeto; a demora para visualizar os produtos finais, gerados somente a partir da finalização do modelo, gera ansiedade.

4.5.4 Custo

Benefícios +5

Facilidade de estimar custos iniciais em etapas prematuras; diminuição de tempo gasto pelo escritório (2); minimização de possíveis gastos com retrabalhos; minimização de gastos com erros.

Pontos a serem melhorados -2

Custo elevado do software; custo elevado dos computadores (2).

4.5.5 Qualidade

Benefícios +5

Gerenciamento consistente; compatibilização consistente (3); facilidade de verificação de interferências.

Pontos a serem melhorados -2

Necessidade de grande detalhamento do modelo 3D; qualidade gráfica dos elementos inferiores devido ao prazo exíguo.

4.5.6 Organização

Benefícios +4

Arquivo único facilitou a organização; desenhos gerados instantaneamente; atualização de modelo e desenhos em tempo real com as modificações; menor quantidade de arquivos diferentes criados.

Pontos a serem melhorados -3

Necessidade da existência e acompanhamento por parte de um gerente BIM; arquivos grandes e muito pesados; o uso simultâneo do CAD para alguns detalhamentos também prejudicou a organização geral do projeto.

4.5.7 Comunicação

Benefícios +4

Comunicação simultânea à medida que as escolhas de projeto eram tomadas; estímulo à comunicação entre os membros da equipe; interoperabilidade facilitou a compatibilização e visualização global do projeto; formato IFC funcionou bem para a geometria.

Pontos a serem melhorados -2

IFC foi pouco preciso na parte da documentação das informações (2).

4.5.8 Risco

Benefícios +4

Diminuiu riscos pela consistência do modelo (2); diminuiu riscos pela precisão do modelo beneficiando os agentes envolvidos, notoriamente os construtores (2);

Pontos a serem melhorados -2

Proximidade da decisão de implementação do BIM com o início de um projeto complexo aumenta os riscos; a ausência de proficiência plena por alguns membros limitou a capacidade do escritório, o que representou um risco em potencial.

4.5.9 Software

Benefícios +4

Software intuitivo; plataforma com curva de aprendizado notável; plataforma bastante completa; facilidade do desenvolvimento do projeto na plataforma.

Pontos a serem melhorados -3

Limitação de comunicação com outros softwares e outras plataformas; resistência a substituir o método tradicional de projetar em CAD; elevada

configuração mínima por parte dos computadores.

4.6 Classificação final dos critérios

Tabela 1 – Classificação dos critérios

Benefícios		Pontos a serem melhorados	
Critério	Pontuação	Critério	Pontuação
Coordenação de projeto	+8	Escopo	-3
Custo	+5	Organização	-3
Qualidade	+5	Software	-3
Comunicação	+4	Tempo	-3
Risco	+4	Comunicação	-2
Organização	+4	Coordenação	-2
Software	+4	Custo	-2
Escopo	+3	Qualidade	-2
Tempo	+3	Risco	-2

Fonte: Os Autores.

5 CONCLUSÕES

5.1 Principais benefícios

O critério para o qual mais benefícios foram citados pelos entrevistados foi a coordenação de projeto, totalizando oito benefícios. Os critérios com menos benefícios percebidos foram escopo e tempo, lembrados apenas três vezes cada.

Esses resultados demonstram que os principais benefícios sentidos pelos membros da equipe são relativos à facilidade que o BIM traz para a coordenação de um projeto, principalmente se tratando de um caso tão complexo e cheio de minúcias como foi o caso da EACF. Destaca-se também benefícios percebidos sob o ponto de vista de redução de custos e aumento da qualidade do projeto, ambos com cinco benefícios marcados pelos respondentes.

Benefícios relativos à redução de riscos, melhora geral na organização e até mesmo em relação à utilização do software, no qual parte da equipe não possuía proficiência plena no início do desenvolvimento do projeto, também chamam a atenção. Tratando-se de um escritório de arquitetura relativamente pequeno, esses fatores mostraram-se cruciais para viabilizar o desenvolvimento do projeto e podem representar uma vantagem competitiva importante em relação a outras empresas existentes no mercado.

Surpreendentemente um dos critérios com menos benefícios lembrados foi o tempo. Isso pode ser explicado pelo simples motivo de que o principal e mais

importante benefício da opção pelo BIM seja justamente sua diminuição, permitindo que o projeto fosse concluído no curto prazo determinado, demonstrando a competitividade e ganho de produtividade gerado pelo uso da ferramenta.

5.2 Principais pontos a serem melhorados

Com relação aos pontos passíveis de serem melhorados percebidos pelos entrevistados, não houve nenhum critério que se destacou em relação aos demais. De qualquer forma, os quatro mais lembrados foram escopo, organização, software e tempo.

Um ponto constantemente indicado em vários dos critérios diz respeito à ausência da proficiência plena em relação à plataforma BIM por parte da equipe. Um treinamento para o uso da ferramenta e o aprendizado empírico adquirido ao longo do processo de desenvolvimento do projeto são possíveis soluções verificadas que melhorariam o desempenho de critérios como organização, software, custo, qualidade, risco e tempo.

Benefícios relacionados ao escopo, comunicação, coordenação e qualidade também podem ser aperfeiçoados com a implementação de sistemas e procedimentos padrão a serem seguidos tanto pelos membros da equipe de projeto arquitetônico quanto por empresas subcontratadas para o desenvolvimento dos projetos complementares.

A última observação fica por conta da interoperabilidade, a qual trouxe alguns problemas em relação à transferência de dados entre modelos gerados em diferentes plataformas, embora poucos problemas relativos à geometria tenham sido citados.

5.3 Considerações finais

A revisão bibliográfica e a adoção do método proposto a partir do trabalho de BRYDE *et al.* (2012) mostraram-se pertinentes nesta avaliação dos benefícios do uso do BIM. Como foi feita após a conclusão do projeto, limitações relativas à apreensão de informações por parte dos pesquisadores para um número maior de fontes de evidência foram encontradas. No entanto, a entrevista realizada com três membros da equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto arquitetônico ajudou a mitigar tais limitações, fornecendo um panorama e resultados de acordo com a bibliografia pesquisada.

Ficou evidente que a utilização do BIM no desenvolvimento da EACF foi fundamental para que o projeto pudesse ter sido finalizado no exíguo prazo estipulado. A discussão em conjunto entre os diversos agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto desde as fases iniciais, como preconiza EASTMAN (2011) e SUCCAR (2009), mostraram-se fundamentais para o sucesso do desenvolvimento do projeto arquitetônico e de suas disciplinas complementares.

Houve um perceptível aumento de qualidade do projeto final, reduzindo-se

o número de interferências, inconsistências, erros e retrabalhos com a utilização do BIM, embora tenha sido verificado espaço para a implementação de melhorias, principalmente em função do aumento da proficiência dos membros da equipe no uso do software.

A principal crítica ao BIM por parte dos entrevistados acabou sendo relativa a um fator que não depende completamente da plataforma: o desempenho do software em função da complexidade dos modelos e das limitações de hardware, como já havia citado EASTMAN (2011). Acredita-se, no entanto, que com o desenvolvimento de novos *chipsets*, processadores e equipamentos mais eficientes, bem como o aprimoramento das ferramentas BIM, há tendência para a diminuição de tais adversidades no futuro.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. E. (org) . **Concurso Estação Antártica Comandante Ferraz - Termo de Referência**. Rio de Janeiro: Instituto dos Arquitetos do Brasil, 2013 (Termo de Referência). Disponível em: < http://concursoestacaoantartica.iab.org.br/bases/TERMO_DE_REFERENCIA_EACF.pdf>

____.; VARGAS, P. S. P. **Programa antártico brasileiro - PROANTAR**. disponível em <<http://www.mar.mil.br/secirm/proantar.html>>. Acesso em: 17 mai. 2015.

____.; ____.; VIDIGAL, E. J. **As novas edificações Brasileiras na Antártica**: Do Concurso de Projeto ao Estágio Atual. In: RAPAL 2013 - Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latino americanos, 24., 2013, La Serena, Chile. Disponível em: <http://www.inach.cl/rapal2013/wp-content/uploads/2013/08/DI-02_BRA_As-novasedifica%C3%A7%C3%B5es-Brasileiras-na-Ant%C3%A1rtica.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2015.

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. How to measure the benefits of BIM - A case study approach. **Automation in Construction**, v.24, p.149-159, jul. 2012.

BRASIL. **Concurso estação antártica Comandante Ferraz: Termo de Referência**. IAB. Instituto de Arquitetos do Brasil, Marinha do Brasil, Comissão Interministerial para Recursos do Mar. 2013.

BRYDE, D; BROQUETAS, M; VOLM, J. The project benefits of Building Information Modeling (BIM). **International Journal of Project Management**, n.31, p.971-980, dec. 2012.

CZMOCH, I.; PEKALA, A. Traditional design versus BIM Based Design. **Procedia Engineering**, n.91, p. 210-215, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2.ed. Wiley, 2011.

ESTÚDIO 41. **Estação Antártica Comandante Ferraz**. Disponível em: <<http://www.estudio41.com.br/?conteudo=projeto&id=54>>. Acesso em: 17 mai. 2015.

KYMMEL, W. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations**. McGraw Hill Construction, 2008. 278p.

ROMCY, N. M. e S.; CARDOSO, D.; BERTINI, A. A.; PAES, A. Desenvolvimento de aplicativo em ambiente BIM segundo princípios da Coordenação Modular. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 2, p. 23-39, abr./jun. 2014. ISSN 1678-8621

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

YIN, R. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bookman, 2001.