

Avaliação da utilização da modelagem BIM no planejamento e controle de obras de engenharia por empresas do interior do Ceará

Larissa Maria Oliveira Mesquita (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

larissamesquita.e@gmail.com

Francisco Anderson Ivo dos Reis (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

andersonreis997@gmail.com

Thaís Marilane Carneiro de Vasconcelos Pereira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

thais.pereira@ifce.edu.br

José Tomaz de Aquino Júnior (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará)

jose.aquino@ifce.edu.br

Resumo:

A modelagem BIM (*Building Information Modeling*) se caracteriza como uma importante ferramenta no setor da construção civil, podendo ser utilizada em várias etapas do projeto, inclusive no planejamento e no controle, etapas de extrema importância para a garantia da qualidade final dos empreendimentos. A partir de uma revisão bibliográfica, este trabalho pretendeu, através da aplicação de um questionário eletrônico, buscar dados consistentes referentes ao uso da tecnologia BIM nas etapas de planejamento e controle de obras de engenharia por empresas de construção do interior do estado do Ceará. Os resultados da pesquisa apontaram para uma deficiência, ainda, na disseminação de informações sobre o BIM, bem como para a falta de conhecimento sobre os conceitos 4D, 5D e 6D por parte das empresas, mostrando que a aplicação da tecnologia nas etapas de planejamento e controle ainda é escassa ou inexistente.

Palavras chave: BIM, Construtoras, Interior do Ceará, Planejamento e Controle.

Evaluation of the use of BIM modeling in the planning and control of engineering works by companies from the interior of Ceará

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is an important tool in the construction industry and can be used in several stages of the project, including planning and control, which are extremely important steps to guarantee the final quality of the projects. Based on a bibliographical review, this work intends, through the application of an electronic questionnaire, to seek consistent data regarding the use of BIM technology in the planning and control stages of engineering works by construction companies in the interior of the state of Ceará. The research results pointed to a deficiency in the dissemination of information about BIM as well as to the lack of knowledge about the 4D, 5D and 6D concepts by companies, showing that the application of technology in the planning stages and control is still scarce or nonexistent.

Key-words: BIM, Builders, Interior of Ceará, Planning and control

1. Introdução

Na construção civil, o planejamento e o controle são duas etapas fundamentais para o sucesso do empreendimento e devem ser desenvolvidos da forma mais precisa possível. A fase de planejamento engloba a definição de todas as especificações de material, dimensionamento de equipes, compatibilização de projetos (arquitetônico, elétrico, hidrossanitário etc.), orçamentação, prazos, dentre vários outros componentes necessários para a execução do empreendimento. Em seguida vem a fase de controle, em que se deve fazer o levantamento constante de planejado x executado, a fim de que medidas corretivas possam ser executadas de forma rápida caso ocorram imprevistos.

Tendo ciência da importância dessas etapas, da alta competitividade do mercado e da qualidade cada vez maior exigida pelo consumidor, fazem-se necessárias ferramentas mais precisas e modernas que auxiliem nos processos. São diversas as filosofias e ferramentas desenvolvidas para facilitar as várias etapas de uma construção. Uma delas é o *Building Information Modeling*, mais conhecida como BIM, uma modelagem capaz de integrar diferentes etapas do processo produtivo de uma edificação. Composto pela união de uma interface 3D com a possibilidade de armazenar informações, a tecnologia ultrapassa a usual representação bidimensional, e caminha para uma realidade n-dimensional (ADDOR et al., 2010).

Devido a falhas nas etapas de planejamento e controle de uma obra, vários problemas podem surgir no decorrer de sua construção, como atraso na entrega de projetos, orçamentos estourados, falta de materiais e retrabalhos. Tais imprevistos devem ser evitados, pois interferem diretamente no conceito de qualidade vista pelo cliente e geram custos adicionais no projeto. Além disso, se não forem resolvidos de forma adequada, possibilitam a manifestação de futuras patologias na edificação. Souza e Ripper (2009) afirmam que a maior de todas as causas patológicas provocadas por falhas humanas está relacionada com a inexistência de controle de qualidade; visto que, se existir controle adequado, as causas patológicas, na sua maioria, serão substancialmente reduzidas ou, pelo menos, terão suas consequências atenuadas. Nesse contexto, o uso de filosofias como o BIM se faz imprescindível como suporte às etapas do projeto. Trazendo para um contexto estadual, surge o interesse em saber se há utilização de tecnologia baseada em BIM por parte de empresas no interior do Ceará, especificamente no planejamento e controle de obra.

Levando em consideração o baixo grau de desenvolvimento dos municípios localizados nessa área, principalmente no setor da construção civil, em que a presença de construções de grande porte ainda é baixa, faz-se válida a ideia de que poucas empresas do interior do Ceará conhecem *softwares* baseados em BIM e, também, grande parte das empresas que os conhecem têm dificuldades para implantá-los. Além disso, a utilização da modelagem BIM pode ainda ocorrer de forma precária nas etapas de planejamento e controle das obras.

Com base nisso, esta pesquisa tem como objetivo geral proporcionar um estudo sobre o uso de ferramentas baseadas em BIM nas etapas de planejamento e controle em obras de engenharia, no interior do Ceará. Para tanto serão necessários como objetivos específicos: identificar a relação entre a modelagem BIM, o planejamento e o controle de obras de engenharia; avaliar o nível de conhecimento das empresas do interior do Ceará com relação a ferramentas de plataforma BIM e, por fim, avaliar a utilização da filosofia BIM no planejamento e controle de obras por parte das empresas abordadas.

Sendo assim, esta pesquisa se justifica no fato de que, no setor da construção civil no decorrer das etapas de produção de uma obra, é frequente surgirem diversas formas de problemas, e a maior causa disso se deve, muitas vezes, à falta de planejamento e controle da produção. No

passado, quando não se podia contar com as tecnologias atuais, essas etapas eram feitas de forma deficiente e não se dava a importância adequada. No cenário atual, porém, isso não deve ocorrer. Cada vez mais, a precisão e a interoperabilidade das informações são essenciais à qualidade dos empreendimentos; assim, os profissionais devem conhecer ferramentas mais modernas e eficientes, como a modelagem em BIM.

Nesse contexto, este estudo proporcionará a obtenção de novos conhecimentos sobre o tema por parte da comunidade acadêmica que, por sua vez, poderá utilizar o BIM futuramente no mercado de trabalho. Além disso, este trabalho pode servir de ponto de partida para uma futura discussão acerca da implantação de ferramentas baseadas em BIM em empresas de construção que ainda não utilizem essa filosofia; ou, ainda, que não a utilizem de forma integrada ao planejamento e controle. Desse modo, tanto as construtoras serão beneficiadas pelas vantagens do uso da tecnologia nos empreendimentos, como a comunidade social estará adquirindo produtos cada vez com mais qualidade.

2. Conceitos básicos sobre BIM, planejamento e controle

Para o desenvolvimento desta pesquisa, faz-se necessária a revisão de alguns conceitos, que são de suma importância para o estabelecimento da relação entre o uso da modelagem BIM e o planejamento e controle de obras. A primeira definição a ser tratada na pesquisa se refere ao conceito de BIM, descrito por Eastman et al. (2008) no livro *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*.

Segundo Eastman et al. (2008), BIM consiste em uma tecnologia de modelagem composta por um conjunto de processos que envolve produzir, comunicar e analisar modelos de construção, dando suporte multidimensional às informações contidas dentro de um projeto. Tais modelos são caracterizados por representações digitais inteligentes, que apresentam e descrevem dados consistentes dos componentes, por meio da utilização de objetos paramétricos.

Para Eastman et al. (2008), entender os objetos paramétricos é fundamental para a compreensão do BIM, e destaca as seguintes definições:

- a) Consistem em definições geométricas consistentes, com dimensões reais e com dados e regras associadas;
- b) Os objetos se modificam automaticamente de acordo com as regras associadas. Por exemplo, uma parede se redimensiona automaticamente ao encontro do teto;
- c) Os objetos podem apresentar diferentes níveis de agregação, assim uma parede e seus componentes podem ser definidos com dados como peso, espessura etc.;
- d) As regras associadas aos objetos permitem identificar modificações que tornam o objeto inviável, por exemplo, quando se insere um tamanho incompatível.

Outro conceito bastante importante para o entendimento do assunto da pesquisa diz respeito ao Planejamento e Controle da Produção (PCP), que será utilizado de forma aplicada à construção civil. As obras utilizadas como referência estão entre as principais no campo de estudo de PCP, e são as de Slack, Chambers e Johnston (2009) e Tubino (2008).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 283), “Planejamento e controle diz respeito a conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer.” Para eles, planejamento e controle não possuem uma divisão clara em suas definições, mas estabelece algumas diferenças: “Planejamento é a formalização do que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro. Um plano não garante que um evento vá realmente acontecer;

é uma declaração de intenção de que aconteça.”, destaca que durante a implementação do plano, pode ocorrer imprevistos, e a partir disso conceitua o controle: “(...) é o processo de lidar com essas variações. Pode significar que os planos precisem ser refeitos a curto prazo. Também pode significar que será preciso fazer uma ‘intervenção’ na operação para trazê-la de volta aos ‘trilhos’.”

Já para Tubino (2008), o PCP consiste em um setor responsável por administrar e aplicar os recursos produtivos de forma a cumprir todas as diretrizes estabelecidas nos planos de curto, médio e longo prazo.

Desse modo, o PCP se caracteriza como um setor de apoio, alimentado por informações advindas de outros setores, que visa garantir que a área de produção tenha subsídios para atingir todas as metas propostas nos planos definidos pela alta gerência, possibilitando que a empresa atenda às demandas internas e externas.

Em seguida, faz-se necessária a introdução dos conceitos 4D, 5D e 6D, que compõem a realidade multidimensional possibilitada pela ferramenta BIM. Os modelos 2D e 3D são os mais comuns na área da construção civil; tratando-se, respectivamente, de vistas 2D de empreendimentos e associações de vistas 2D, que geram os modelos 3D. Entretanto, com a proposta da modelagem BIM, torna-se possível introduzir novas dimensões nesses modelos 3D, criando assim a realidade multidimensional descrita em ADDOR et al. (2010).

Segundo o acréscimo de dimensões, tem-se o modelo 4D, que, segundo Eastman et al. (2008), "se refere a modelos 3D que também contêm associações temporais". Desse modo, o modelo 4D consiste, basicamente, em um modelo 3D convencional, no qual são inseridas as informações de cronograma do empreendimento, possibilitando análises visuais da sequência da obra diretamente no projeto. Eastman et al. (2008) destacam, ainda, que "simulações 4D funcionam principalmente como ferramentas de comunicação para revelar potenciais gargalos e como um método para melhorar a colaboração".

Como o modelo 4D mostra o passo a passo da construção dos componentes do modelo 3D, sua utilização permite ainda minimizar a má interpretação do cronograma pelas equipes envolvidas, dificuldade que normalmente ocorre com a utilização de cronogramas não integrados ao modelo 3D (KOO; FISCHER, 1998).

Já nos modelos 5D é inserida a dimensão referente à orçamentação e, segundo ADDOR et al. (2010), também inclui a "integração de empreiteiros e contratantes". Em seguida, para os modelos 6D, os mesmos autores apontam a entrada da dimensão que trata do período pós-construção, ou seja, compreende as atividades de operação e manutenção do empreendimento durante a fase de uso.

Com o aperfeiçoamento da tecnologia BIM, novas dimensões poderão ser acrescentadas ao projeto, levando-o da realidade bidimensional para uma realidade n-dimensional, como ADDOR et al. (2010) evidenciam.

3. Material e métodos

Trata-se de uma pesquisa básica de caráter exploratório e explicativo, com abordagem qualitativa, realizada por meio de levantamento bibliográfico a partir da literatura que refere-se ao tema da pesquisa, seguido da utilização de questionário eletrônico para obter informações verdadeiras de empresas locais abordadas sobre o tema estudado.

Inicialmente foi feito um estudo dos principais conceitos acerca do tema, como planejamento e controle, modelagem BIM, conceitos de 4D, 5D e 6D que permeiam a realidade

multidimensional possibilitada pelo BIM, paralelamente à elaboração de fichamentos, resumos e resenhas. A partir da leitura e discussão sobre esses tópicos, foram obtidos os subsídios necessários ao entendimento do assunto pelos discentes atuantes na pesquisa, caracterizando assim a fase exploratória da investigação.

Feito isso, partiu-se para a fase de abordagem qualitativa, que consistiu na coleta de dados por meio do envio de um questionário eletrônico para várias empresas do interior do Ceará. O critério utilizado para a escolha das empresas foi a localização geográfica, de forma que a amostragem apresentasse distribuição adequada nas várias microrregiões do interior Ceará, a fim de garantir uma amostragem significativa para o estudo dos dados coletados.

No questionário havia perguntas iniciais para caracterização do entrevistado e da empresa, como profissão do entrevistado, idade de mercado da empresa, tipos de empreendimentos que a empresa executa e outras questões introdutórias. Em seguida, foram dispostas perguntas referentes à modelagem BIM, que abordavam desde o conhecimento da empresa sobre a modelagem, da utilização - ou não - da ferramenta pela empresa, do conhecimento da empresa sobre os conceitos 4D, 5D e 6D, até as dificuldades encontradas pela empresa para implementação de *softwares* com essa filosofia, caso fosse uma empresa que utiliza essa tecnologia. Desse modo, completou-se a fase qualitativa da pesquisa, podendo-se, então, partir para a análise e a discussão dos resultados obtidos, presentes no tópico Resultados e discussões.

4. Resultados e discussões

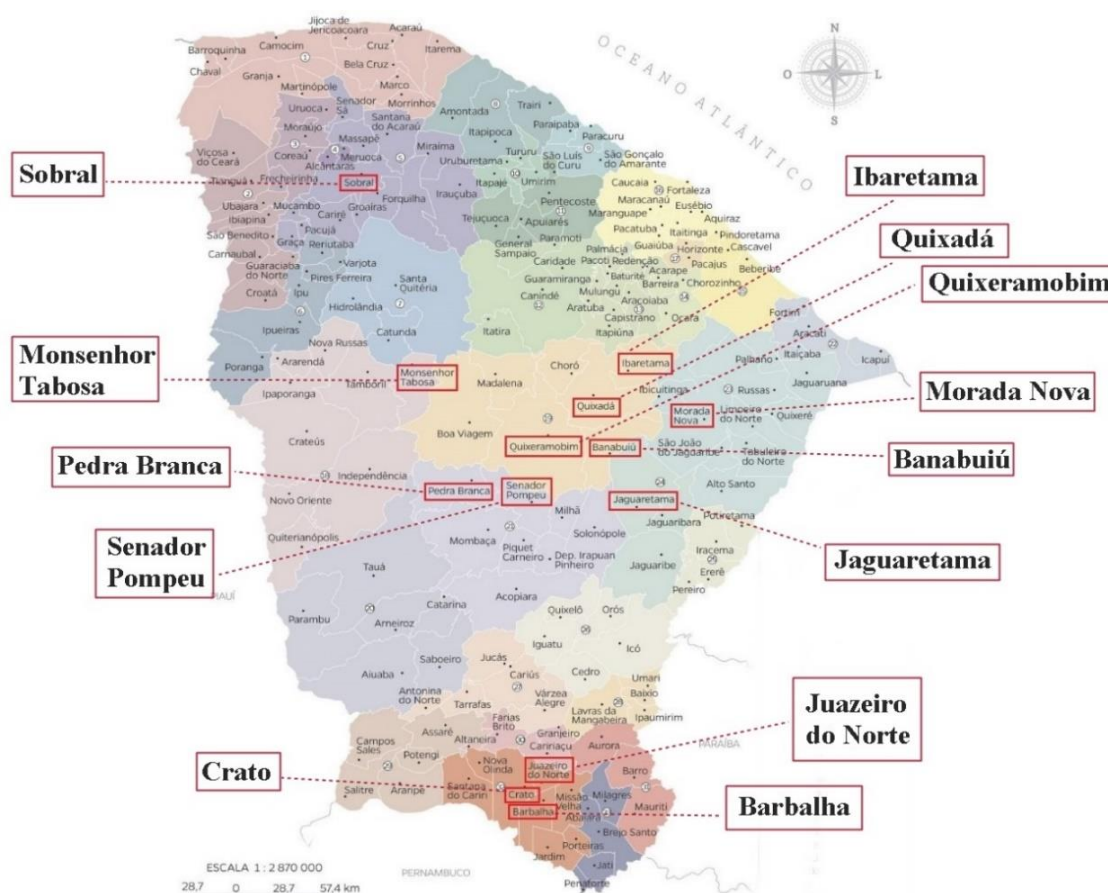
Com base na análise da interface multidimensional da modelagem BIM, percebe-se uma relação direta entre as etapas de planejamento e controle e a dimensão 4D possibilitada pelo BIM. Essa dimensão proporciona vários benefícios às etapas anteriormente citadas, entre os quais podemos destacar alguns, que serão evidenciados a seguir.

Geralmente, na etapa de planejamento, muitas falhas nos projetos (falta de compatibilização, dimensionamento equivocado de equipes, estimativa errada de fluxo de materiais durante a obra) podem passar despercebidas e, apenas ao longo da execução das atividades, essas falhas são notadas, dificultando ainda mais o problema de gestão. Nesse sentido, a interface 3D do BIM entra para corrigir os problemas de compatibilização dos projetos e, em paralelo, com a inserção dos dados temporais (cronograma de atividades), a interface 4D permite criar simulações para cada situação. Com isso, as tarefas de dimensionar equipes de trabalho e fluxo de materiais no canteiro da obra, por exemplo, se tornam cada vez mais precisas. Ainda, se houver a opção pelo acréscimo dos custos ao projeto, cria-se a dimensão 5D, que pode também, através de estimativas de custos, auxiliar o planejador a tomar melhores decisões e traçar um melhor planejamento para o projeto.

Desse modo, com um planejamento bem elaborado, o controle na execução das atividades se torna mais eficaz, pois é possível comparar a execução das atividades com as simulações 4D, e dessa forma conferir se a construção está de acordo com o que foi programado. Assim, caso alguma atividade esteja sendo executada de forma errônea, ao comparar com as simulações 4D, o gestor pode retomá-la antes que saia dos “trilhos”, evitando, portanto, problemas relacionados a retrabalhos.

Para a resolução do problema proposto neste trabalho, como está explicitado no tópico Material e métodos, foi necessária a abordagem de várias empresas de construção civil do interior do Ceará, utilizando um questionário eletrônico formulado pelos discentes que atuaram na pesquisa. A escolha das empresas se deu pelo critério de localização geográfica, para proporcionar uma amostragem representativa para a análise dos dados, visto que a abordagem

foi feita no contexto estadual. Vale ressaltar que o questionário foi enviado a cerca de 15 empresas, presentes em várias microrregiões do estado do Ceará, sendo que apenas 33,3% das empresas responderam. As construtoras que responderam ao questionário, entretanto, possibilitaram uma amostragem adequada, pois as cidades onde atuam ainda se distribuíram de forma a abranger sete microrregiões do interior do estado (Sobral, Sertão de Crateús, Sertão de Quixeramobim, Sertão de Senador Pompeu, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe e Cariri), como pode ser observado na Figura 1.



Fonte: Adaptado de: <<http://www.anuariodoceara.com.br/microrregioes-geograficas/>>

Figura 1 – Distribuição geográfica da atuação das empresas abordadas

As perguntas iniciais do questionário, como também já foi falado no tópico referente à metodologia, serviram para uma caracterização geral da pessoa entrevistada e das empresas. Nas respostas, foram apontadas três profissões pelos entrevistados: administrador, empresário e engenheiro. Dentre os entrevistados, apresentaram-se três engenheiros (caracterizando 60% da amostra), um administrador e um empresário. Também foi colocada uma pergunta referente à idade da empresa no mercado, que apresentou bastante variação entre as respostas, sendo que a empresa mais jovem declarou estar no mercado há apenas 6 meses, enquanto a empresa mais antiga afirmou ter 20 anos de mercado. A tabela a seguir lista as idades das empresas.

Construtoras	Idade da empresa no mercado
Empresa 1	1 ano
Empresa 2	10 anos
Empresa 3	06 meses
Empresa 4	20 anos
Empresa 5	2 anos

Fonte: Autores (2018)

Tabela 1 – Idades das empresas abordadas

Já a respeito dos tamanhos das equipes de trabalho, as respostas estão organizadas na Tabela 2.

Construtoras	Quantidade de integrantes da equipe de trabalho
Empresa 1	11 a 20
Empresa 2	30
Empresa 3	1 a 5
Empresa 4	11 a 20
Empresa 5	Regime de trabalho por demanda

Fonte: Autores (2018)

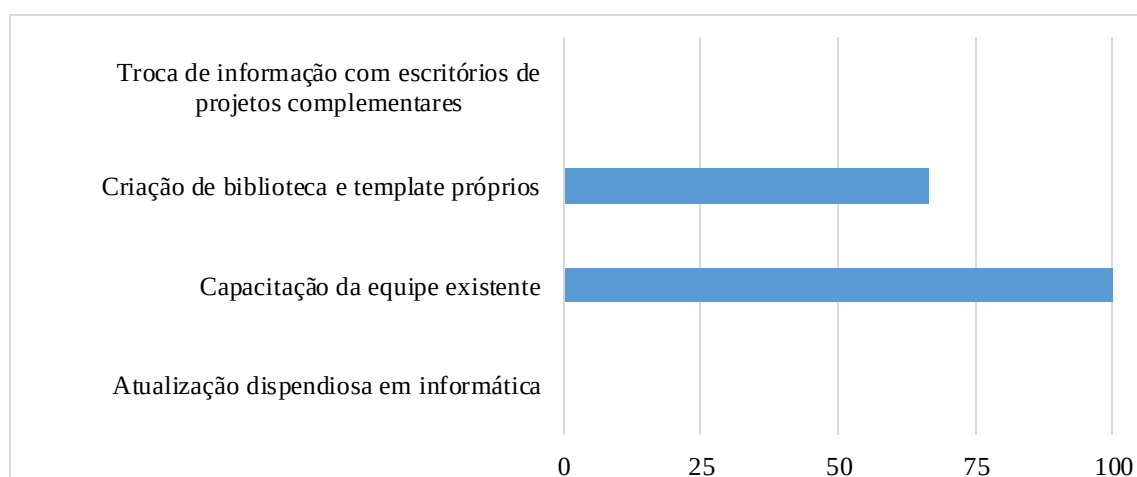
Tabela 2 – Quantidade de integrantes da equipe de trabalho das empresas abordadas

Seguindo a sequência de assuntos abordados no questionário, tem-se perguntas relativas ao conhecimento da ferramenta BIM por parte das empresas interrogadas. Dentre os resultados obtidos nesta seção, pode-se destacar que quatro empresas afirmaram conhecer a ferramenta (80% da amostra), sendo que apenas uma empresa afirmou que tem acesso com frequência a informações claras a respeito das vantagens do BIM.

Posteriormente, as empresas responderam a questões referentes à utilização da modelagem BIM. Três empresas afirmaram utilizar a ferramenta, porém uma dessas afirmou que utiliza o *software SketchUp* (que não opera em plataforma BIM). As duas empresas que não utilizam BIM colocaram como motivos para tal fato o não conhecimento da ferramenta e a falta de necessidade de utilização devido à existência de outros *softwares* mais disseminados no mercado. Vale ressaltar, ainda, que dentre as duas empresas que não utilizam BIM, uma delas afirmou que pretende implementar a filosofia em um ano, enquanto a outra declarou que não pretende implementar. Além disso, das duas empresas que declararam utilizar a tecnologia, uma afirmou empregar em até 50% dos projetos e outra em até 25%, sendo que destas nenhuma

utiliza os modelos 4D, 5D e 6D.

Outro ponto importante abordado no questionário diz respeito às dificuldades enfrentadas pelas empresas para a implantação da tecnologia BIM. As dificuldades apontadas pelas empresas foram: capacitação da equipe existente e criação de biblioteca e *template* próprios. Os percentuais para cada dificuldade estão dispostos no Gráfico 1, a seguir.



Fonte: Autores (2018)

Gráfico 1 – Dificuldades apontadas pelas empresas para implementação da tecnologia BIM (dados em porcentagem)

5. Considerações finais

O objetivo principal desta pesquisa foi proporcionar um estudo exploratório sobre o uso da ferramenta BIM nas etapas de planejamento e controle, em obras de engenharia, no interior do Estado do Ceará. Acreditamos que esse objetivo foi atingido, e a pergunta sobre a existência da utilização da tecnologia BIM, por parte de empresas do interior do Ceará, no planejamento e controle de obras foi devidamente respondida.

A revisão bibliográfica feita no início da pesquisa foi de fundamental importância para o entendimento da relação entre a tecnologia BIM, o planejamento e o controle. Isso facilitou a fase de elaboração do questionário eletrônico enviado para as empresas de construção.

A partir do estudo e dos dados coletados, faz-se nítida a necessidade de maior disseminação do uso da ferramenta BIM pelas construtoras do interior do estado, visto que essa tecnologia proporciona diversos benefícios à medida que novas dimensões são acrescentadas à modelagem.

É importante salientar que o conhecimento sobre a tecnologia BIM pelas empresas, quando existe, muitas vezes é bastante vago. As empresas não têm uma ideia clara do que é a ferramenta. Isso também pode contribuir para a não disseminação do uso do BIM.

Vale frisar, também, que, devido ao curto espaço de tempo disponível, esta pesquisa teve limitações, por exemplo, na abordagem das empresas, cuja amostragem, embora tenha abrangido muitas regiões, foi pequena, considerando-se o contexto estadual.

Por fim, esta pesquisa pode servir de ponto de partida para estudos futuros, como a realização



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

de um estudo mais detalhado sobre o panorama da evolução da utilização do BIM pelas empresas durante um período predeterminado, enriquecendo as discussões na área e, assim, instigando a produção de conhecimento sobre esse tema, que é de suma importância para a indústria e os profissionais da construção civil.

Referências

ADDOR, Miriam Roux A. et al. *Colocando o "i" no BIM*. arq.urb: revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo da USJT, São Paulo, n. 4, p. 104-115, 2010. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

EASTMAN, Chuck et al. *Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/314119939/Bim-Handbook-Manual-Bim-Ed-1-Pt-br-Chuck-Eastman-Lq>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

KOO, Bonsang; FISCHER, Matin. *Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction*. 1998. 123p. Tese (Graduação) - Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, California, 1998. Disponível em: <<https://cife.stanford.edu/feasibility-study-4d-cad-commercial-construction>>. Acesso em: 05 maio. 2018.

MICRORREGIÕES geográficas. *Anuário do Ceará*. Fortaleza, 2017. Disponível em: <<http://www.anuariodoceara.com.br/microrregioes-geograficas/>>. Acesso em: 06 maio. 2018.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. 1. ed. São Paulo: PINI, 2009.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2008.