

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

ESTUDO DA VIABILIDADE DO CONCEITO BIM (*Building Information Modeling*) NO GERENCIAMENTO DE OBRAS

1. Ana Paula Laudén

Bacharela em Engenharia Civil

Especialização – MBA em Gestão de Obras e Edificações

Universidade Paulista – UNIP

E-mail: anapaula@contmatic.com.br

2. Ricardo Tinoco

Bacharel em Engenharia Elétrica

Especialização – Sistemas Elétricos de Potência

Universidade Paulista – UNIP

E-mail: tinoco@unip.br

3. Alexandre Daliberto Frugoli

Mestrado em Engenharia de Produção

Doutorado em Engenharia de Produção

Universidade Paulista – UNIP E-mail: alefrugoli@unip.br

4. Pedro Américo Frugoli

Bacharelado em Física

Mestrado em Física

Doutorado em Engenharia de Produção

Universidade Paulista – UNIP

E-mail: pedrofrugoli@unip.br

5. Renata de Faria Barbosa

Licenciatura plena em Física

Mestrado em Engenharia Nuclear Aplicada

Doutorado em Engenharia Nuclear Aplicada

Pós-doutorado em Ciências. Tecnologia Nuclear

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

E-mail: renatabarbosa28@yahoo.com.br

6. Thais Cavalheri dos Santos

Bacharelado em Física Médica

Especialização – MBA em Gestão Hospitalar e Sistemas de Saúde

Mestrado em Ciências. Física Aplicada à Medicina e Biologia

Doutorado em Ciências. Tecnologia Nuclear

Pós-doutorado em Ciências. Tecnologia Nuclear

Universidade Paulista – UNIP

Universidade São Judas Tadeu - USJT

RESUMO

O retrabalho, a falta de compatibilização nos projetos e atrasos são alguns dos problemas na área da construção civil. As empresas vêm reavaliando seus métodos de gerenciamento, buscando novas

ferramentas que minimizem esses obstáculos. O BIM é um conceito que permite analisar todos os processos do edifício por meio de um modelo virtual, antes ser edificado. O objetivo do trabalho é demonstrar a viabilidade dessa tecnologia e contribuir para sua disseminação. Para o estudo utilizouse três métodos de pesquisa: análise da coletânea CBIC – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras; seminário Open BIM onde foi discorrido os comentários dos palestrantes e os casos de sucesso do uso BIM e; uso de um questionário aplicado a engenheiros, arquitetos e projetistas. A avaliação foi positiva mesmo com as dificuldades na implantação do BIM. O uso do BIM no gerenciamento de obras, gera mais controle e previne adversidades durante a construção.

Palavras-chave: BIM. Gerenciamento de obras. Modelo virtual. Métodos.

ABSTRACT

The reworking, the lack of compatibility in the projects and delays are some of the problems in the construction industry. Companies have been reevaluating their management methods, seeking new tools that minimize these obstacles. BIM is a concept that allows to analyze all the processes of the building through a virtual model, before being built. The objective of the work is to demonstrate the feasibility of this technology and contribute to its dissemination. For the study, three research methods were used: analysis of the CBIC collection - Implementation of BIM for Builders and Developers; Open BIM seminar where the comments of the speakers were discussed and the cases of success of BIM use and; use of a questionnaire applied to engineers, architects and designers. The evaluation was positive even with the difficulties in the implementation of BIM. The use of BIM in the management of works, generates more control and prevents adversities during the construction.

Keywords: BIM; construction management; virtual models, methods.

1. INTRODUÇÃO

A área da construção civil sofreu transformações significativas com o advento do computador, e a conseqüente substituição das pranchetas. Essa mudança começou por volta da década de 80. Assim, alguns *softwares* como por exemplo, o CAD (*Computer Aided Design*) começou a auxiliar o trabalho de projetistas em seus desenhos técnicos. A partir de então, os objetos começaram a ser elaborados em duas dimensões (2D) e iniciou-se também a criação de modelos tridimensionais (3D). Com o processo de modernização, o CAD passou por várias modificações em função do desenvolvimento dos *softwares* e *hardwares* (PINHO, 2013).

Novas tecnologias surgem constantemente para facilitar o trabalho de engenheiros e arquitetos. Uma plataforma onde todas as informações, de gerenciamento de uma obra, são consolidadas tornaria mais assertivas às tomadas de decisão (EASTMAN, 2011). O termo BIM (*Building Information Modeling*), é um conceito voltado para a Modelagem Informatizada de Edificações (ASBEA, 2013)¹, onde em um ambiente gráfico de três dimensões é modelado o edifício com base nos dados inseridos. El e permite que além de engenheiros, arquitetos e projetistas, outros profissionais de diferentes

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

funções consigam trabalhar no mesmo projeto (CASTELHANO, 2013). Ou seja, é um conceito onde um dos objetivos é integrar a execução dos projetos (ASBEA, 2013)¹.

Eastman (2011) comenta que com o BIM é possível criar um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção, permitindo uma melhor análise e controle dos processos ao longo de suas fases. Com esse novo conceito, as informações tornam-se uma necessidade para se trabalhar com um único produto, mantendo-se envolvido todos os setores na elaboração do projeto.

O modelo criado resulta em um recurso confiável que é compartilhado para as tomadas de decisões desde o início até o final do projeto (TARRAFA, 2012). A modelagem 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito. (EASTMAN, 2011).

Assim, a compatibilização, permite que todas as áreas se concentrem em um único modelo. Qualquer alteração que venha a ser realizada é presenciada por todas as áreas, sendo essa uma das principais vantagens do BIM (SILVEIRA, 2013). O BIM não é um conjunto de *softwares* que trabalham em conjunto, mas sim um novo conceito que veio quebrar paradigmas e mudar os processos do trabalho (AUTODESK, 2016).

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho é colaborar com a disseminação e entendimento do conceito BIM na gestão de obras e analisar as vantagens e as implicações no processo de implantação do conceito, assim como as barreiras e limitações para sua adoção, por meio de referências bibliográficas, casos de sucesso e visão dos profissionais que trabalham com o BIM.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Vantagens na implementação do BIM

Eastman *et al* (2011) consideram que para conhecer as vantagens ou as desvantagens do BIM, é necessário verificar independentemente de interesses dos fabricantes dos *softwares*, a fim de obter uma visão real do que o conceito BIM pode proporcionar às empresas da área da construção civil. As principais dificuldades do departamento de projetos são a falta de intercâmbio e de métodos entre as demais áreas da construção civil (RESENDE, 2013). As ferramentas do BIM podem contribuir para solucionar essas dificuldades. Com a integração de informações, os profissionais envolvidos compreendem melhor as ações envolvidas no projeto, e conseguem planejar cada etapa da obra conseguindo controlar assim seus prazos.

¹ Link da pesquisa do Guia ASBEA: Disponível em: www.autodesk.com.br .

Acesso em 31 de Março de 2019.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

As fontes de erros são minimizadas, pois os dados são inseridos em uma única modelagem. Blanco (2011) destaca como exemplo a logística de canteiro de obras, onde se percebe uma melhora no aumento de produtividade.

As informações em um ambiente integrado favorecem arquitetos, engenheiros e projetistas a ter uma visão geral e atualizada do edifício projeto. Os clientes também são beneficiados, pois com a modelagem virtual conseguem visualizar o edifício antes do mesmo ter sido construído.

Cardoso *et al* (2013) aponta que para o orçamento a quantificação automática é uma das principais vantagens do BIM, porque fornece informações como o tipo de material e o tempo de construção do edifício. Otimizando tempo e evitando retrabalhos.

Hippert e Araújo (2010) identificaram que no início da implantação do BIM há uma queda na produtividade devido ao tempo gasto pelos treinamentos e adaptação com os novos *softwares*, mas à medida que as empresas conhecem e aplicam o conceito, essa produtividade volta a crescer mais consistente. A queda de produtividade é compensada com as informações integradas nos *softwares*, pois o custo e o tempo são reduzidos, e o planejamento torna-se mais detalhados devido à troca de dados (OLIVEIRA, 2015).

Rech (2012) menciona vantagens do BIM, tanto na fase de projeto, quanto de planejamento e construção. Na fase do projeto, ele destaca como principal vantagem a informação de cada elemento pertencente à obra. E, na fase de planejamento, sendo o BIM um modelo virtual é possível antecipar problemas e identificar se há alguma interferência nas instalações, estruturas ou arquitetura. Essas vantagens refletem na fase de construção, onde passar a ter menor esforço na comunicação entre arquitetura e estrutura.

2.2 Dificuldades na implementação do BIM

Há alguns obstáculos que impedem a implantação imediata do BIM, como por exemplo, resistências às mudanças por parte das empresas, muitas vezes devido à cultura do modelo tradicional do mercado brasileiro. Além de dificuldades de entender os benefícios que o BIM pode oferecer (CBIC, 2016). Devido aos custos envolvidos na implementação do BIM, muitas empresas e escritórios resistem em adotá-lo, mesmo que haja uma eficiência nas trocas de informações entre os aplicativos (ITO, 2007).

Além disso, o custo elevado com as compras dos *softwares*, com a criação de *b i b l i o t e c a s* adequadas à normatização, são exemplos de alguns empecilhos referentes ao BIM, mas que tendem a diminuir com a adoção cada vez maior das empresas e escritório de arquitetura e projetos (CÉSAR e NUNES, 2013). César e Nunes (2013) relatam também que as barreiras para a implantação do BIM

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

nas empresas e escritórios, decorrem basicamente de processos de mudanças, especialmente em treinamentos dos funcionários, levando à alteração na cultura estabelecida.

Outro aspecto levantado por César e Nunes (2013) refere-se à falta de disciplinas nos cursos de engenharia e arquitetura que colaborem para a preparação e visão dos alunos para o mercado de trabalho.

Cardoso *et al* (2013) relatam que apesar das vantagens do BIM, sua implementação é tímida porque grande parte dos profissionais da área da construção civil ainda não o utilizam.

3. METODOLOGIA

De acordo com Malhotra (2001), as pesquisas podem ser classificadas, de maneira geral, como exploratórias ou conclusivas. E as pesquisas conclusivas podem ser divididas em descritivas e causais. Castro (1976), por sua vez, afirma que as pesquisas científicas podem ser classificadas em três tipos: exploratória, descritiva e explicativa. Cada uma trata o problema de maneira diferente. Analogamente à descrição de Castro (1976), Lakatos & Marconi (2001) consideram que existem, basicamente, três tipos de pesquisa, com objetivos diferentes: pesquisa exploratória, descritiva e experimental.

O presente trabalho apresenta de forma clara e objetiva as vantagens na implementação do conceito BIM utilizando duas formas de pesquisa diferentes, a pesquisa exploratória, cuja segundo Mattar (2001), utilizam métodos como por exemplo, levantamentos em fontes secundárias, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal. Assim, neste trabalho, utilizando levantamentos de fontes secundárias, mediante a transcrição de conteúdos da coletânea CBIC – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, apresentamos a temática do conceito BIM na construção civil. Além disso, através de levantamentos de experiências e estudos de casos, com a descrição dos comentários dos palestrantes e exemplos de casos de sucesso do uso do BIM apresentados no seminário Open BIM, também apresentamos as vantagens da ferramenta BIM na área de construção civil.

Para Zikmund (2000), os estudos exploratórios, geralmente, são úteis para diagnosticar situações, explorar alternativas ou descobrir novas ideias. No presente estudo, a metodologia exploratória é empregada com o intuito de disseminar informações a respeito do conceito BIM, elucidando suas vantagens na construção civil.

Segundo Malhotra (2001, p.155), “a pesquisa qualitativa proporciona uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplica alguma forma da análise estatística”. A pesquisa qualitativa também pode ser usada para explicar os resultados obtidos pela pesquisa quantitativa.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

As técnicas de coleta de dados são um conjunto de regras ou processos utilizados por uma ciência, ou seja, corresponde à parte prática da coleta de dados (LAKATOS & MARCONI, 2001). Durante a coleta de dados, diferentes técnicas podem ser empregadas, sendo as mais utilizadas: a entrevista, o questionário, a observação e a pesquisa documental. Sendo assim, a técnica escolhida para realizar a pesquisa quantitativa, no presente estudo, consistiu na aplicação de um questionário com dez questões.

A atual pesquisa é, desse modo, caracterizada por um enunciado claro, com informações detalhadas a respeito da ferramenta BIM e de estudo transversal único, ou seja, foi extraída apenas uma amostra de entrevistados da população foco e os dados foram coletados apenas uma vez.

Podemos afirmar que o nosso estudo, de acordo com Malhotra (2012), apresenta uma abordagem para a pesquisa, inicialmente qualitativa exploratória, seguida por uma pesquisa quantitativa, baseado no questionamento de entrevistados através de um questionário.

3.1 Pesquisa Qualitativa

Foi realizada uma fase qualitativa exploratória em busca de argumentos, referenciais teóricos que evidenciassem as vantagens do uso da ferramenta BIM na construção civil. Assim, utilizamos a coletânea CBIC – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras e o seminário Open BIM através dos comentários dos palestrantes e a apresentação dos casos de sucesso do uso BIM.

Então, para a primeira etapa da pesquisa qualitativa, realizou-se um levantamento secundário através da análise dos 5 (cinco) volumes da coletânea CBIC – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, principalmente por este ser um estudo completo, atualizado e voltado para o gerenciamento de obras no mercado da construção civil brasileira. A segunda e t a p a d e s s a

p e s q u i s a r e f e r e - s e a o l e v a n t a m e n t o d e e x p e r i ê n c i a s

b a s e a d a s n a s c o n c l u s õ e s d o s p a l e s t r a n t e s d o S e m i n á r i o *Open BIM*: Sua importância para a indústria da construção, realizado no Instituto de Engenharia, em São Paulo no dia 12 de abril de 2017. No evento foi apresentado desde o conceito BIM, até sua viabilidade mediante casos reais trazidos pelos profissionais da área.

3.2 Pesquisa Qualitativa

A análise qualitativa foi realizada baseada na aplicação de um questionário, buscando entender e diagnosticar as possíveis causas da ferramenta BIM ainda não ser amplamente empregada em obras,

frente às inúmeras vantagens que ela apresenta. Cervo & Bervian (2002, p. 48), relatam que o questionário “[...] refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche”. Ele pode conter perguntas abertas e/ou fechadas. As abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maior facilidade na tabulação e análise dos dados. De forma idêntica, Marconi & Lakatos (1996, p. 88) definem o questionário estruturado como uma “[...] série ordenada de perguntas, respondidas por escrito sem a presença do pesquisador”. Dentre as vantagens do questionário, destacam-se as seguintes: ele permite alcançar um maior número de pessoas; é mais econômico; a padronização das questões possibilita uma interpretação mais uniforme dos respondentes, o que facilita a compilação e comparação das respostas escolhidas, além de assegurar o anonimato ao interrogado.

Portanto, um questionário com 10 (dez) perguntas foi elaborado com o intuito de saber a importância, as vantagens e as implicações do BIM no gerenciamento de obras, sendo então enviado a engenheiros, arquitetos e projetistas. Os questionários, como metodologia de coleta de dados, são considerados práticos e econômicos, independente da área de pesquisa, pois facilitam o entendimento de forma rápida (MATTHIENSEN, 2011).

Ele admite três formatos de respostas: abertas, múltipla escolha e dicotômicas. Essa última foi o formato utilizado no presente estudo. Para estimar a confiabilidade do questionário, foi utilizado o alfa de Cronbach, desenvolvido por Lee J. Cronbach em 1951. Por intermédio do cálculo do alfa de Cronbach, é possível avaliar se o questionário tem consistência, por isso o mesmo foi escolhido para averiguar a consistência dos dados coletados.

O coeficiente alfa analisa a correlação entre respostas em um questionário. É calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma de todos os itens (HORA et al, 2010). A consistência interna do questionário de acordo com o valor do alfa varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior será a confiabilidade do questionário, conforme podemos observar na figura 1.

Figura 1 - Evolução dos projetos. Fonte: CBIC, 2016.

Maquetes físicas	Pranchetas	CAD	BIM
			
Sem documentação	Apenas documentos (desenhos)	Apenas documentos (desenhos)	Modelos e documentos

O questionário com 10 (dez) perguntas foi formulado com questões dicotômicas, com duas opções de respostas: sim ou não, por ser mais objetivo, rápido e fácil na aplicação e no ato de responder; além minimizar fontes de erro. Desenvolvido com objetivo de avaliar o entendimento dos profissionais da área da construção civil, as perguntas do questionário avaliam o conhecimento e perspectiva em relação ao conceito BIM. Os dados coletados (=57) do questionário foram tabulados com o uso de uma planilha eletrônica, assim como o cálculo do alfa de Cronbach.

No questionário, identificamos também a profissão do “perguntado”. Foram desenvolvidas dez perguntas, permitindo apenas duas possibilidades de repostas: “SIM” ou “NÃO”:

1. Atualmente trabalha com algum software/ferramenta BIM?
2. Você participa de workshops, palestras, seminários sobre o tema BIM?
3. Para você as empresas valorizam mais os profissionais que têm conhecimento em alguma ferramenta/software BIM?
4. Você considera-se um profissional qualificado para desenvolver um projeto em BIM?
5. Na sua opinião construtoras e escritórios de pequeno porte, têm mais dificuldades na implantação do BIM do que as maiores?
6. Há uma grande resistência em se alterar métodos de trabalhos já consolidados, e o BIM demanda uma reestruturação. Para você isso pode impactar na expansão do BIM?
7. Na sua opinião, as construtoras, escritórios de projeto em geral estão empenhadas em investir em novos softwares?
8. Você acredita que uma das barreiras das empresas em implantar o BIM é de fornecer para os funcionários um curso de software, despendendo para isso tempo e dinheiro?
9. Na sua visão há muitos profissionais da área da construção civil que desconhecem o conceito BIM?

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

10. Pela sua experiência e/ou conhecimento, você acredita que o BIM é viável para o gerenciamento de obras?

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Qualitativa – Levantamento de dados secundários e levantamento de experiências

4.1.1. Análise da Coletânea CBIC

O BIM aos poucos está se tornando cada vez mais presente no setor da construção civil. A CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) com parceria com o SENAI Nacional produziu em 2016 a Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. A CBIC estimula a adoção do BIM, pois acredita que essa tecnologia tem um grande potencial para promover a cadeia produtiva da construção, assim como o desenvolvimento econômico e social do país.

A coletânea foi dividida em 5 (cinco) volumes, que corresponde aos fluxos de trabalho dos segmentos das edificações. A coletânea da CBIC apresenta uma visão mais abrangente das vantagens e dificuldades na implementação do conceito BIM no gerenciamento de obras.

Volume 1 – Fundamentos BIM: o volume inicia-se contando a história das primeiras construções realizadas pelo homem, como pode ser visualizado pela figura 1 - a evolução dos projetos e das representações gráficas. A coletânea abrange desde o conceito de BIM, seus principais benefícios e funcionalidades, modelos e objetos e bibliotecas BIM.

A Figura 1 mostra a evolução na concepção de projetos na construção civil, inicialmente através de maquetes, posteriormente pranchetas (documentadas através de desenhos), o CAD, ainda documentadas com desenhos e atualmente o BIM, onde temos os modelos e os documentos. O volume 1 da coletânea enfatiza que o objeto BIM não é apenas um repositório de dados, mas que contém normas, materiais e componentes. Com esses argumentos o BIM

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

torna-se um grande diferencial em uma época que o tempo é primordial, pois de posse dessas informações as ações são mais rápidas

Em relação aos casos de uso BIM mais comuns no Brasil o volume destacou a visualização do projeto, logística do canteiro, visualização do planejamento, como ilustrado na figura 2.

Figura 2. Casos de uso BIM. Fonte: CBIC, 2016.



A figura 2 mostra a visualização do projeto e de um canteiro por um modelo virtual, evidenciando todos os detalhes pertencentes ao projeto. Tanto para o projeto quanto para o canteiro, a modelagem acaba sendo uma ferramenta que auxilia muito os gestores, em razão da facilidade na tomada de decisões e alterações no projeto sem ônus.

A tecnologia BIM otimiza também a estimativa de custos e orçamentos através do intercâmbio de informações entre os *softwares*. A visualização em 3D, somado com a troca de dados entre os sistemas de planejamento, orçamento torna o gerenciamento da obra mais rápido e econômico.

Volume 2 – Implementação BIM: a coletânea discorre desde os obstáculos para a adoção do BIM, sendo elas: inércia e resistências às mudanças, barreiras culturais e particularidades do ambiente brasileiro até o planejamento de uma implementação BIM, como definição dos objetos corporativos, pessoas, interoperabilidade e procedimentos de comunicação, entre

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

outros. A resistência maior em relação ao BIM é a mudança. Deixar de utilizar um sistema que mesmo não sendo funcional, para utilizar outra tecnologia acaba afastando as empresas do seu uso.

As primeiras percepções ao BIM são de gasto, compra de softwares, treinamento, adequação aos novos sistemas. Despende-se no início, porém o retorno vem com menos retrabalhos, conseguindo entregar a obra no prazo.

Para acontecer uma mudança, a empresa necessita ter 5 (cinco) componentes: visão, capacitação, incentivos, recursos e plano de ação. A falta de um deles encaminha-se a confusão, ansiedade, resistência, frustração e falsos inícios.

Esse volume enfatiza que os objetivos da implementação BIM deverão ser coerentes com os objetivos estratégicos da própria corporação, onde deverá ser definida uma fase principal do ciclo de vida de um empreendimento que será mais adequada para iniciar a implementação do BIM. Percebe-se que mesmo tendo *softwares* de última geração é necessário um planejamento unindo a estratégia proposta da empresa aliada a sistemas.

Referente ao planejamento de uma implementação BIM: localizar fases do ciclo de vida do empreendimento; objetivos corporativos; pessoas: equipe, papéis organizacionais e responsabilidades; casos de usos e processos BIM; projeto-piloto e seus objetivos; informações; infraestrutura e tecnologia; interoperabilidade e procedimentos de comunicação; estratégia e requisitos de contratação; processos de ajustes e controle de qualidade dos modelos.

Volume 3 – Colaboração e integração BIM: nesse volume é analisado os termos de colaboração e integração em relação ao BIM, enfatizando a viabilidade que o conceito tem em relação ao trabalho colaborativo. Referente à colaboração, há uma necessidade que toda a equipe esteja em engajada com o projeto. Uma boa integração do grupo é fundamental para que o desenvolvimento da obra seja concluído.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

Antes do uso das ferramentas BIM precisa-se de um conjunto de premissas e diretrizes, que precisarão ser compartilhadas entre todos da equipe. Para o trabalho colaborativo além de regras e diretrizes, a codificação e padronização são muito importantes. A norma 15965 vem para agregar por meio de tabelas para facilitar o uso das ferramentas BIM.

A escolha dos *softwares* também é importante, pois nem todo sistema 3D é BIM. O BIM tem subdivisões que vão do 3D ao 7D e precisam se interligarem. Não havendo essa possibilidade, o *software* adquirido não fará nenhum efeito em termos de conceito BIM.

A integração é o processo de agrupar subsistemas em um único sistema. O processo de interligação de diversos sistemas de computação e aplicações de *softwares* faz com que eles funcionem com um todo coordenado.

O BIM com a modelagem virtual interligado a vários sistemas torna-se apenas um. Alterando-se um componente dos sistemas interligados, todos automaticamente terão conhecimento dessa mudança.

Volume 4 – Fluxos de trabalho BIM: como o próprio nome sugere, este volume apresenta vários tipos de representações do fluxo de trabalho. O fluxo de trabalho é de suma importância para o gerenciamento de obras. É nele onde constam todas as fases do projeto. Mesmo adotando os sistemas BIM, ainda assim é necessário planejamento e organização. A tecnologia BIM veio para agregar, facilitando a vidas dos profissionais.

Volume 5 – Formas de contratação BIM: a coletânea elucidada, além das formas de contratação, os direitos e responsabilidades e garantia e controle de qualidade. No Brasil o BIM está iniciando, por essa razão ainda é difícil encontrar referências nacionais em relação a assuntos de questões jurídicas e contratuais. Na coletânea há uma referência ao artigo do professor Lonny Simonian, do *College of Architecture & Environmental Design*.

No artigo, a referência são que os *softwares* legalmente preservam os direitos e responsabilidades individuais, o que é uma oposição a um dos fundamentos do BIM, que defende o trabalho colaborativo entre as equipes.

Essa diferença de ideias acaba deixando os empresários preocupados, pois o BIM é um sistema de informações compartilhadas, ficando difícil definir a responsabilidade, pois há empresas que terceirizam seus projetos. O importante nesses casos é criar cláusulas para delimitar as responsabilidades de cada um.

Referente à qualidade há dois tipos: dos dados e do projeto. A qualidade dos dados está vinculada às normas técnicas, enquanto que a qualidade do projeto está relacionada às decisões de engenheiros ou arquitetos.

As principais ferramentas usadas para a realização de testes de qualidade tanto de dados quanto de projetos são:

- Vistas específicas para controle da qualidade de dados e do projeto. São utilizadas vistas 3D com cores diferentes e depois secciona alguma parte do modelo para análise
- Cronogramas específicos para controle da qualidade de dados e da qualidade de projetos. Essa ferramenta auxilia a identificar problemas como uso excessivo de componentes que pode provocar incorreções na quantificação e identificar objetos corrompidos
- Verificações automáticas. Alguns *softwares* BIM podem detectar se existem componentes duplicados, essas ferramentas garantem a qualidade do modelo BIM.
- Listas de verificação. É um recurso muito utilizado para testes de controle de qualidade da modelagem.

Percebe-se que além de todas as vantagens já elencadas, o conceito BIM tem uma preocupação em fazer uma checagem dos seus próprios *softwares*. Garantindo assim uma confiabilidade do modelo virtual.

4.1.2. Análise do Seminário

O seminário com o tema *Open BIM*, realizado no Instituto de Engenharia SP, contou com a participação de palestrantes que elucidaram casos reais de sucesso do uso da tecnologia BIM. Foram apresentados os conceitos de BIM, interoperabilidade, IFC, normas ABNT.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

No encontro foi discutido o crescimento do BIM no Brasil - seu uso vem aumentando no país. Sobre interoperabilidade, destacou o IFC não como um programa, mas uma comunicação entre *softwares* com linguagens diferentes. Foi também mencionado a importância dos *softwares* falarem a mesma linguagem, facilitando assim sua comunicação.

Discorreu-se também sobre a implantação do *Open BIM* no Governo do Estado de Santa Catarina. O governo de Santa Catarina criou o Caderno de Apresentação de Projetos em BIM. O objetivo desse material é expor como são os procedimentos dos projetos com o uso do BIM, e deverão ser utilizados em todas as obras públicas.

Foi também enfatizado a importância do BIM nas verificações de erros nos softwares, que foram mencionadas na análise do volume 5. Prever erros e poder corrigilos torna o BIM uma ferramenta segura.

Casos de sucesso do emprego do BIM foram ressaltados, como por exemplo, o uso do BIM no empreendimento Shopping Cantareira, SP. A construtora que adota o conceito BIM tem total domínio das informações e facilidade nos trabalhos entre os departamentos. Os controles com custos e planejamento ficam mais organizados com as ferramentas do BIM. Com a modelagem é possível visualizar somente o que se necessita para a execução do trabalho.

Com o BIM há total domínio da obra, pois além da visualização do prédio pronto, os problemas são antecipados e há um melhor controle na logística. O BIM com os dados inseridos consegue calcular, por exemplo, com mais precisão o volume do concreto e área de forma de um pilar.

Foi também apresentado o caso do uso BIM no planejamento de obras na linha 5 - Lilás do metrô de São Paulo. Foi utilizado o BIM 3D para a modelagem da estação e o BIM 4D que proporcionou uma precisão na preparação do cronograma da obra e melhor análise. Com o BIM foi possível visualizar vários modelos, e assim escolher a melhor opção que atendesse a obra.

4.2. Análise Quantitativa – Aplicação do questionário

4.2.1. Confiabilidade

Através do cálculo do alfa de Cronbach, é possível avaliar se o questionário tem consistência, sendo assim, o mesmo foi escolhido para averiguar a consistência dos dados coletados.

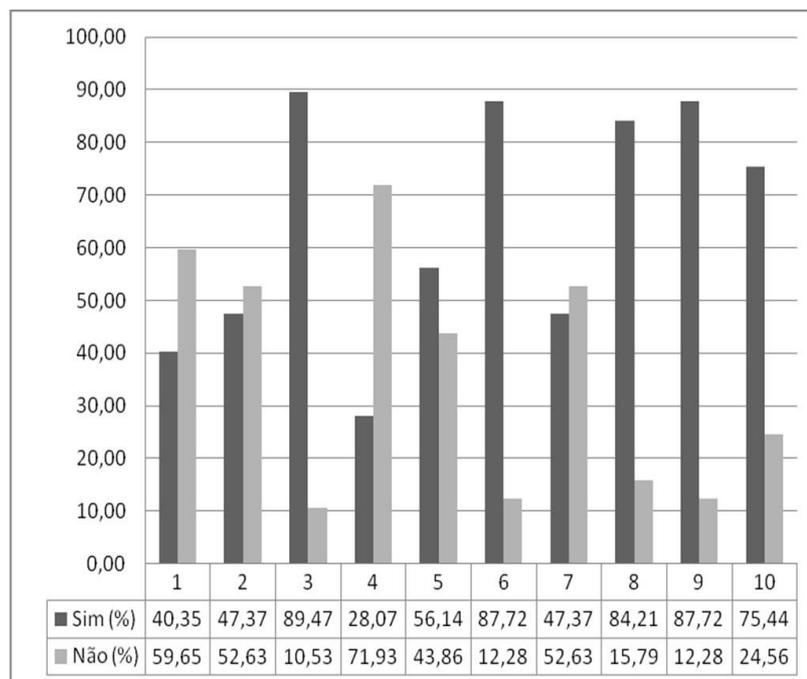
Vieira (2017) enfatiza que o coeficiente alfa é a estatística mais usada para medir a consistência de um questionário. Bland e Altman (1997) afirmam que o coeficiente de Cronbach é uma medida frequentemente utilizada para avaliar a consistência interna dos questionários. Não há outro coeficiente que tenha sido tão reportado usualmente como indicador de qualidade de resultados como o alfa de Cronbach (SIJTMA, 2009).

Nesta pesquisa, o valor calculado para o alfa de Cronbach foi igual a 0,72. A confiabilidade do Coeficiente alfa de Cronbach normalmente varia entre 0 e 1 (GLIEM; GLIEM, 2003)². O valor mínimo aceitável para o alfa é 0,70 (STREINER, 2003).

4.2.2. Questionário

O questionário permite observar a visão dos profissionais em relação ao conceito BIM. Para o cálculo considerou-se para as respostas com “Sim” o valor de 1 (um) ponto e para respostas “Não” 0 (zero) ponto. Somaram-se todas as respostas sim e não de cada questão, resultando no gráfico 1.

Gráfico 1. Percentual das respostas às perguntas descritas no questionário.



² Link da pesquisa de Gliem et al. Disponível em:

<https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/344/gliem+&+gliem.pdf?sequence=1>. Acesso em 17 de Abril de 2019.

No eixo das abscissas as questões de 1 a 10, e no eixo das ordenadas os percentuais de 0 a 100%. Através do gráfico 1, observamos que referente à pergunta número mais da metade, 59,65% responderam que não trabalham com nenhum *software* BIM. Entende-se essa não utilização de *software* devido ao não comprometimento das empresas, conforme pergunta 8 (oito), dos 57 (cinquenta e sete) questionários respondidos; 84,21% acreditam que uma das barreiras das empresas em implantar o BIM seja de fornecer para os funcionários um curso de *software*, pois desperdiçariam tempo e dinheiro.

A pergunta 7 (sete) complementa o porquê mais da metade dos profissionais não utilizam *software*, 52,63% responderam que as construtoras, escritórios de projetos não se empenham em investir em novos *softwares*.

Um problema maior da implantação do conceito BIM é referente às empresas de pequeno porte, na pergunta 5 (cinco), 56,14% dos profissionais disseram que as empresas menores têm mais dificuldade em comparação as maiores. Isso se entende pelo investimento inicial, porém no que se gasta em retrabalho, o valor ficará maior.

Mas 89,47% dos profissionais entendem que as empresas valorizam mais profissionais que tem conhecimento em alguma ferramenta BIM, conforme pergunta 3 (três). Porém 71,93% não se consideram qualificado para desenvolver um projeto em BIM, conforme pergunta 4 (quatro).

Na pergunta número 9 (nove), percebe-se que o tema BIM precisa ser disseminado urgentemente, porque 87,72% responderam que há muitos profissionais que desconhecem o conceito BIM. O interesse pelo tema BIM por meio de palestras, *workshops*, seminários, conforme a pergunta 2 (dois) há interesse de 47,37% dos profissionais que responderam o questionário.

5. DISCUSSÕES

Através dos estudos analisados no presente trabalho, percebemos que em geral a palavra mudanças implica em resistência, pois mudar significa na maioria das vezes investir, reformular um sistema de operação, treinamentos, gerando custos para a empresa. A questão chave é disseminar o máximo possível de informações a respeito do objeto da mudança,

apresentando suas vantagens e desvantagens, justificando dessa forma o investimento que a empresa venha ter que fazer para a implementação de um novo sistema.

A Coletânea CBIC mostra que o sistema BIM vem sendo aos poucos introduzidos nas empresas brasileiras na área de construção civil, ela elucida diversas questões a respeito desse sistema, o que certamente vai auxiliar na tomada de decisão em relação à mudanças de sistemas no gerenciamento de obras.

Em relação aos casos de sucesso apresentados no seminário, podemos observar que de fato a implementação do sistema BIM de fato otimiza os processos de execução na área de engenharia civil. Uma vez que a barreira inicial é ultrapassada, esse sistema acarreta maior facilidade no gerenciamento e controle de uma obra.

Em relação às respostas obtidas no emprego do questionário, verificamos que de fato, sem investimento por parte das construtoras, escritórios de projetos, profissionais da área acabam não utilizando o *software*. Além disso, o questionário mostra também que é preciso disseminar informações a respeito do sistema BIM, uma vez que grande parte dos profissionais da área ainda desconhecem esse sistema.

Mudanças em empresas requer empenho, na pergunta 6 (seis) foi perguntado se há uma grande resistência em se alterar métodos de trabalhos já consolidados, e se impactaria na expansão do BIM, 87,72% disseram que sim. Isso explica porque o BIM ainda não foi totalmente difundido. Na pergunta 10 (dez) perguntou-se se o BIM é viável para o gerenciamento de obras; 75,44 responderam que sim. Ratificando que o conceito BIM, tema do presente trabalho, é realmente viável para a indústria da construção civil.

6. CONCLUSÃO

Gerenciar uma obra, sempre foi um desafio para a Indústria da Construção Civil. A falta de compatibilização nos projetos faz com que se tenham muitos retrabalhos, gerando custos e atrasos. O BIM é um conceito que veio desmitificar que problemas que ocorrem nas obras não são solucionados. Por meio de *softwares* interligados e centralizados em um modelo virtual, os profissionais envolvidos no projeto podem ter uma visão antecipada e corrigir erros antes da edificação da obra. Foram utilizados como pesquisa de estudo a coletânea CBIC, referências bibliográficas, palestra com profissionais que demonstraram o uso do BIM e um questionário com profissionais da área.

Todavia, os resultados relataram que há uma resistência na implementação do BIM. Apesar das dificuldades existentes nas obras, persiste uma rejeição quando se fala em mudanças. Qualquer modificação requer empenho, dedicação, investimento, treinamentos, e a construção civil tem uma cultura de ficar no tradicional. Outro requisito evidenciado nas respostas dos questionários foram que empresas não querem despende tempo e dinheiro para treinamentos e compras de softwares.

Transpondo os desafios, as vantagens do uso do conceito BIM são significativas. Os palestrantes do seminário contaram suas histórias de sucesso com a utilização do BIM. Por intermédio da modelagem do edifício é possível evitar problemas recorrentes como retrabalhos, pois com a troca de informações entre os softwares há possibilidade de acompanhar as fases das obras e saber com antecipação possíveis erros. Os departamentos de planejamento e orçamento tem uma quantificação mais precisa, pois alterado algum componente, todos envolvidos no projeto saberão, diferente do modelo tradicional que as informações podem ser perdidas ou mesmo com quantificações diferentes.

O mercado está cada vez mais competitivo e empresas que investem em novas tecnologias terão mais chances de sucesso. Com a visualização 3D, o cliente pode conhecer como ficará seu imóvel, podendo inclusive fazer alterações.

Conclui-se com as análises apresentadas no referido trabalho, que o BIM é viável no gerenciamento de obras. Com o advento da norma ABNT NBR 15.9 65, as mudanças começam a refletir, pois com a classificação das informações e com os casos de sucessos de obras no Brasil a tendência é que mais empresas usem o conceito.

REFERÊNCIAS

_____.ASBEA, **Guia Asbea: boas práticas em BIM.** Fascículo. São Paulo, 2013. AUTODESK University Brasil. **Inspiração Brasil – Sobre BIM.** www.autodesk.com.br. Acesso em: 31 de março de 2019.

_____.AUTODESK University Brasil. **Inspiração Brasil – Sobre BIM.** www.autodesk.com.br. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

_____.BLANCO, M. **Saiba o que as empresas têm a ganhar ao adotar a modelagem da construção para empreendimentos residenciais e comerciais.** Construção Mercado, São Paulo, n. 115, fev. 2011. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negociosincorporacao-construcao//115/artigo2838622-1.aspx>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistics notes: Cronbach's alpha. **British Medical Journal** v. 314, n. 7080, p. 572, 1997.

CARDOSO, A.; MAIA, B.; SANTOS, D.; NEVES, J.; MARTINS, M. **BIM: O que é?** Mestrado integrado em Engenharia Civil. Universidade do Porto, FEUP. Porto, Portugal, 2012/2013.

CASTELHANO, P. J. **Aplicação do conceito BIM em Projetos de Arquitetura em Madeira.** Especialização (Gerenciamento de Obra). Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013, Curitiba.

CASTRO, C. M. **Estrutura e apresentação de publicações científicas.** São Paulo: McGraw-Hill, 1976.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Volume 1 – Fundamentos BIM.** Brasília, 2016.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Volume 2 – Implementação BIM.** Brasília, 2016.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Volume 3 – Colaboração e Integração BIM.** Brasília, 2016.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Volume 4 – Fluxos de Trabalho BIM.** Brasília, 2016.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Volume 5 – Formas de Contratação BIM.** Brasília, 2016.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica.** 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CESAR, F. V. O., NUNES, F. **BIM na Construção Civil – Implantação, Vantagens e Desvantagens,** Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013

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, 2011.

_____. GLIEM, Joseph A.; GLIEM, Rosemary R. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. In: **Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education,** Columbus, pp. 8288, 2004, Ohio, USA. **Proceedings** Ohio - USA: Ohio State University: Disponível em: <<https://scholarworks.iupui.edu/bitstream/handle/1805/344/gliem+&gliem.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

HIPPERT, M. A. S.; ARAÚJO, T. T. **Análise e representação em contextos diversos: projeto, técnica e gestão do ambiente construído.** A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído – UFJF, 2009.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção** v.11, n.2, pp.85-103, 2010.

ITO, A. L. (2007). **Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura.** Dissertação Mestrado (Engenharia Civil). Setor de Tecnologia Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MATTHIENSEN, A. Uso do coeficiente alfa de Cronbach em avaliações por questionários. **Boa Vista: EMBRAPA** 2011.

OLIVEIRA, M. R. **Modelagem virtual e prototipagem rápida aplicadas em projeto de arquitetura.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2011.

OPEN BIM. Instituto de Engenharia, São Paulo, 2017.

PINHO, S. M. F. **O modelo IFC como agente de interoperabilidade. Aplicação ao domínio das estruturas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - Portugal, 2013.

RECH, A. R. **BIM: Aplicação em Projeto e Gerenciamento de Obras Industriais –**

AUBR 42. Autodesk University Brasil 2012.

RESENDE, C. C. R. **Atrasos de obra devido a problemas no Gerenciamento.** Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

SILVEIRA, N. A. N. C. **O Papel do BIM para a qualidade do projeto: Avaliação da técnica em escritório de arquitetura.** Curso de Especialização (Construção Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2013.

LAUDEN , Ana Paula. TINOCO, Ricardo. FRUGOLI, Pedro Américo. BARBOSA, Renata de Faria. SANTOS, Thais Cavalheri dos. **Estudo da viabilidade do conceito bim (*building information Modeling*) no gerenciamento de obras.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, V.14, nº 1, p. 73-97 TRI I 2020. ISSN 1980-7031

STREINER, D. L. Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. **Journal of Personality Assessment** v. 80, pp. 99–103, 2003.

SIJTSMA, K. On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's Alpha. **Psychometrika** v.74, n.1, pp.107-120, 2009.

TARRAFA, D. G. P. **Aplicabilidade prática do conceito BIM em projetos de estruturas. Dissertação para Mestrado.** Curso de Especialização (Mecânica Estrutural), Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2012.

ZIKMUND, W. G. **Business research methods.** 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos à UNIP pelo MBA em Obras e Edificações, possibilitando o desenvolvimento deste trabalho.

Tabela 1 – Análise de confiabilidade do questionário

Valor de alfa	Consistência interna
< 0,91	Excelente
0,90 a 0,81	Bom
0,81 a 0,71	Aceitável
0,71 a 0,61	Questionável
0,61 a 0,51	Pobre
>0,51	Inaceitável

Fonte: Adaptado de George, D & Makkery (2003).