



APLICAÇÃO DE MODELAGENS BIM: UMA IMPLEMENTAÇÃO DE ENSINO NO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET) DA ENGENHARIA CIVIL DO CEFET-MG

Mônica Cangussú da Silva – monicangussu@gmail.com

Fernanda Brandão Gastaldi Mattos – fernandabrandao1998@gmail.com

Maria Eduarda Santos Gabriel – duda071999@gmail.com

Camilla Keli Avila – engcivilmila@outlook.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) – Campus X

Rua Raimundo Mattoso, nº 900, bairro Santa Rita

35790-636 – Curvelo – Minas Gerais

Ana Cecília Estevão – anacestevao@curvelo.cefetmg.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Departamento de engenharia civil e meio ambiente – Campus X

Rua Raimundo Mattoso, nº 900, bairro Santa Rita

35790-636 – Curvelo – Minas Gerais

Resumo: A difusão do conceito BIM (Building Information Modeling) nos últimos tempos e o uso desta metodologia aplicada em diferentes softwares vem se tornando essencial no mercado. A partir disto, surgiu a demanda pelos petianos do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Civil de aprender mais sobre esta metodologia. A metodologia BIM foi abordada pelo programa através dos seguintes projetos de ensino: minicurso de TQS Informática e de Autodesk Revit, visto que ambos softwares utilizam o conceito BIM. O TQS Informática é utilizado, principalmente, em projetos estruturais enquanto o Autodesk Revit possui aplicabilidade em todas as áreas da engenharia. Os minicursos foram ministrados por alunos do curso de Engenharia Civil através de plataformas digitais, e após a realização dos mesmos foi aplicado um questionário para que os participantes avaliassem o desempenho pessoal e do grupo em relação aos cursos. A partir da análise dos resultados obtidos, foi possível constatar que os projetos de ensino foram de grande valia para o aprendizado dos participantes e poderão ser de grande utilidade na vida profissional dos integrantes do grupo.

Palavras-chave: BIM. TQS. Revit. Aprendizado.

1 INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Tutorial de Engenharia Civil (PET Civil) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), trabalha com a tríade ensino, pesquisa e extensão, no qual o eixo de ensino tem por objetivo a capacitação de seus membros por meio



de rodas de conversa, palestras e minicursos. As atividades de capacitação do grupo são realizadas de acordo com a demanda dos integrantes, que demonstram interesse por complementar seus conhecimentos em diferentes ramos da Engenharia Civil.

Uma das demandas dos petianos, voltada para atividades de ensino, foi sobre questões relacionadas a modelagem BIM (*Building Information Modeling*) e os *softwares* que utilizam este conceito. Como bem nos assegura Eastman et al. (2008), esta metodologia é definida como a reunião de diversos profissionais da construção civil através da elaboração de um modelo digital preciso, que transforma o pensamento arquitetônico em uma base de dados fundada em modelos tridimensionais. Dentre os programas disponíveis no mercado, com licença estudantil, foi solicitado pelos membros atividades de ensino para habilitação do uso dos sistemas Autodesk *Revit* e TQS informática.

Os cursos requisitados pelos integrantes do PET Civil foram realizados através de plataformas digitais de videoconferência, nos quais foram apresentados aos participantes as funções e ferramentas de cada *software*, a aplicabilidade de cada um e suas especificidades. Além disso, em ambas atividades foram criadas diferentes modelagens para que os alunos pudessem se familiarizar com os programas. Dessa forma, os cursos tiveram por objetivo a capacitação dos membros do grupo aos *softwares* e o aprofundamento do conhecimento dos mesmos sobre o conceito e aplicabilidade da metodologia BIM.

O trabalho aqui apresentado relata a implementação do BIM, no PET de Engenharia Civil do CEFET-MG, campus Curvelo, por meio de minicursos e tecnologias computacionais que propiciem elevada produtividade bem como, possibilidades de verificações, durante toda a vida útil da edificação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao oportunizar a elaboração de modelos digitais precisos, os projetos realizados com o conceito BIM permeiam todo o ciclo de vida de uma edificação (EASTMAN et al. 2008). Além disso, essa ferramenta pode ser vista como um novo software que substitui as plataformas tradicionais como o CAD, possibilitando assim a evolução dos projetos 2D e 3D (SUCCAR, 2009).

Segundo Checcucci, Pereira e Amorim (2013), esse conceito abrange um método interligado e colaborativo, no qual, se utiliza um meio gráfico computacional tridimensional e paramétrico para a elaboração dos projetos incluindo a viabilidade, a projeção, o planejamento da construção, a construção, a operação, a manutenção, e até mesmo a demolição ou a requalificação. Ainda de acordo com Checcucci, Pereira e Amorim (2013), essa metodologia coopera para a gestão das atividades, reduzindo seus custos e conflitos e contribuindo com a comunicação de todos os envolvidos durante o processo. A Figura 01, mostra a importância do BIM na construção civil, e sua funcionalidade desde o projeto a operação da edificação.

Figura 1 – A importância do BIM



Fonte: Adaptado de Manzione (2013)

A fase de vida de um edifício designada projeto, inclui o levantamento das informações das edificações; definição dos materiais, produtos e equipamentos que serão utilizados na edificação; compatibilização de projetos; dentre outras etapas (SOARES, 2013). Segundo Silva (2012), utilizando-se a metodologia BIM, é possível realizar a gestão da informação de projeto de forma mais otimizada, garantindo que na obra sejam utilizados os elementos de projeto na sua versão atualizada, pois as alterações são integradas ao modelo assim que as mesmas surgem.

Dessa forma, percebe-se que as alterações no projeto refletem no custo e tempo de execução da edificação, o uso do BIM nesta fase contribui para a gestão financeira e gestão do tempo da obra. Além disso, a etapa de compatibilização de projetos é facilitada com o uso desta metodologia, dado que a partir da modelação tridimensional é possível detectar automaticamente as incompatibilidades existentes entre os projetos, tornando-se desnecessário realizar a detecção de incompatibilidades através da sobreposição manual das plantas de projeto (SILVA, 2012).

Segundo Carvalho (2016), outra vantagem é que com a tecnologia BIM é possível elaborar o projeto em um ambiente virtual, permitindo assim que a visualização, a percepção e a construção sucedam nas mesmas dimensões 3D, possibilitando uma eficiência, comunicação e colaboração melhores do que a dos processos tradicionais de construção.

Dessa maneira, a indústria da construção civil reconheceu a necessidade de parametrizar os elementos do projeto, gerando assim obras com maior qualidade, precisão e consequentemente com maior grau de detalhamento. Esta parametrização feita ainda na fase de projeto possibilita maior flexibilidade ao projetista, possibilitando mudanças no projeto com pequeno impacto econômico (ALMEIDA, 2016).

Ainda, segundo Almeida (2016), esse maior detalhamento juntamente com a quantificação de informações no projeto reduz as alterações de projeto durante a execução, diminuindo a possibilidade de patologias ocasionadas pelas alterações não previstas e necessitando de atualizações menores na produção do projeto “*as built*” — como construído — que é o projeto que representa fielmente a edificação.

Devido à importância do projeto “*as built*” nas interferências da edificação após a entrega da mesma, tem como objetivo aprimorar o processo produtivo aumentando a qualidade do projeto, visto que este modelo, contém todas as disciplinas compatibilizadas, isto é, sem interferência, podendo ser utilizado para manutenções e reformas futuras (MORAES, 2012).



2.1 Modelagem de Estrutura de Concreto armado utilizando o software TQS

O concreto é composto por agregados graúdos e miúdos, aglomerante e água. O material é extremamente resistente aos esforços de compressão, contudo não possui a mesma eficiência em relação aos esforços à tração, por isso a necessidade de armação, geralmente composta por aços estruturais (PORTO; FERNANDES, 2015).

De acordo com a norma NBR 6118 (ABNT, 2014), elementos de concreto armado são aqueles que possuem comportamento estrutural da aderência entre a armadura e o concreto. Para Porto e Fernandes (2015), os elementos de concreto armado geralmente utilizados em projetos estruturais são pilares, vigas e lajes.

O TQS é um software para elaboração de projetos estruturais, que confere ao projetista uma alta produtividade e qualidade aos seus projetos, visto que é um programa muito completo para estruturas, sejam elas metálicas, concreto armado ou protendido e alvenaria estrutural (TQS Informática, 2020).

2.2 Autodesk Revit

O Revit é um software de modelagem de informações de construção que permite ao usuário realizar uma abordagem multidisciplinar e colaborativa para projetos de design e construção. Com a utilização do software é possível desenvolver projetos homogêneos, ordenados e completos (AUTODESK, 2020).

3 METODOLOGIA

Inicialmente, aplicou-se um questionário aos membros do grupo com o intuito de analisar o interesse dos mesmos sobre a modelagem BIM. A partir dos resultados obtidos, optou-se em realizar dois minicursos com o objetivo de capacitar os membros para o uso dos *softwares* TQS Informática LTDA e o Autodesk Revit, visto que ambos possuem licença estudantil, possibilitando assim o acesso de todos os integrantes do PET.

3.1 TQS Informática - Modelagem de estruturas de concreto armado e representação em realidade aumentada

O minicurso foi ministrado por uma aluna petiana, exclusivamente, para os 13 (treze) integrantes do grupo PET de Engenharia Civil com o objetivo de compreender os esforços de uma estrutura de concreto armado, aprender a modelá-las e analisá-las no software TQS e a utilizar a realidade aumentada como ferramenta de projeto. O mesmo foi realizado através de videoconferências pela plataforma Zoom e foi dividido em cinco encontros, sendo um a cada semana, durante os meses de abril e maio.

Inicialmente, foi elaborado um material didático para nortear os alunos durante a realização do curso. Em seguida, os participantes foram auxiliados para a instalação do *software* TQS Informática.

O primeiro encontro foi reservado para abordar uma introdução teórica sobre estruturas de concreto armado, bem como para disponibilizar o material didático produzido anteriormente. Os demais encontros foram destinados para a aprendizagem do uso do *software*, esclarecimento de possíveis dúvidas sobre as ferramentas disponíveis na plataforma e aplicação de testes e atividades a fim de avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos ao decorrer dos encontros.

Por fim, foi aplicado um questionário, por meio da plataforma Google Forms, para que os participantes avaliassem o curso, o desempenho pessoal e coletivo através de perguntas objetivas e subjetivas.



3.2 Autodesk Revit

O minicurso de Revit foi ministrado por um aluno graduando do curso de Engenharia Civil do CEFET-MG, para os 13 (treze) alunos petianos, através da plataforma Zoom com o objetivo de elaborar um projeto arquitetônico, incluindo cortes e fachadas, além da construção 3D no software. O conteúdo proposto foi distribuído em três encontros que ocorreram nos meses de abril e maio.

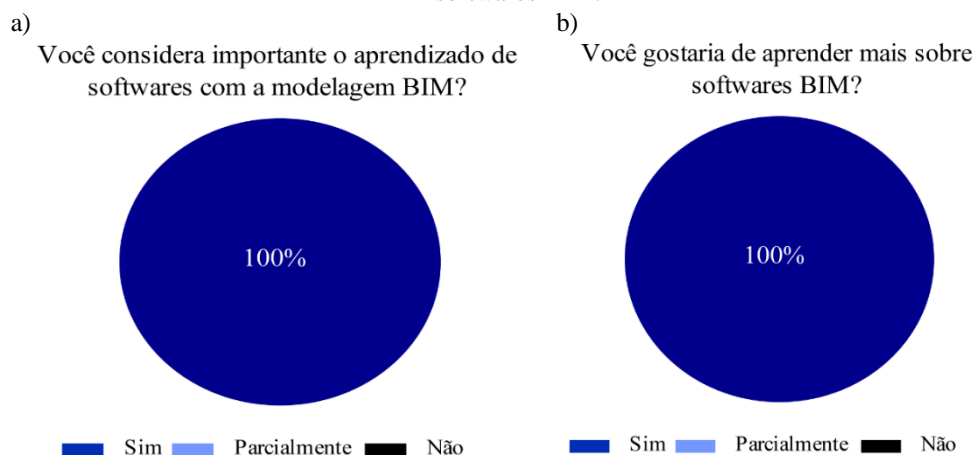
A primeira etapa do curso consistiu numa breve apresentação sobre o software, demonstrando como o mesmo trabalha e explicando conceitos teóricos necessários para a utilização da ferramenta. Os demais encontros foram destinados para a utilização e aprendizagem dos comandos de desenho disponíveis no Revit.

Por fim, foi aplicado um questionário, por meio da plataforma Google Forms, para que os participantes avaliassem o curso, o desempenho pessoal e coletivo através de perguntas objetivas e subjetivas.

4 RESULTADOS

Os resultados do questionário, para análise do interesse dos alunos sobre aprendizagem em BIM, aplicado inicialmente estão apresentados nas Figuras 02 e 03.

Figura 02 – Gráficos sobre pesquisa de interesse. (a) Importância do aprendizado de softwares com a modelagem BIM; (b) Interesse pelo aprendizado de softwares BIM.



Fonte: Autores (2020)

Conforme apresentado, os alunos tiveram cem por cento de interesse em se capacitar nesse assunto e dessa forma, foram organizados os minicursos de TQS Informática e Revit.

No primeiro encontro do minicurso de TQS Informática, foi realizada uma breve introdução teórica sobre estruturas de concreto armado. No segundo estágio, utilizou-se o programa para a realização de modelagem e análise da estrutura proposta. Nesta etapa, foi utilizado também o aplicativo *Augin*, que é uma plataforma voltada para construção civil, multifuncional e sem custos para projetos em realidade aumentada (AUGIN, 2020). A Figura 04 mostra a representação da estrutura criada durante o curso em um ambiente de realidade aumentada.



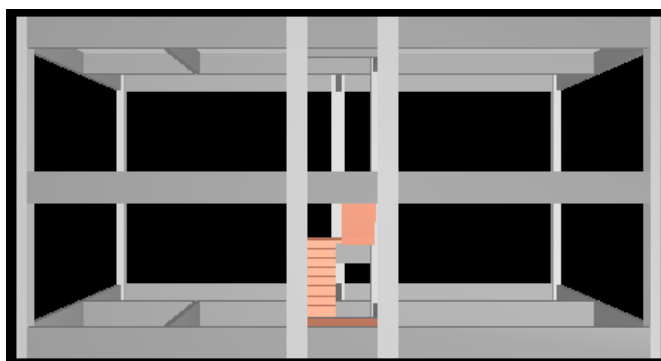
Figura 03 – Realidade Aumentada



Fonte: Autores, 2020.

No terceiro encontro, foram aplicados testes sobre as atividades realizadas na aula anterior. Já na quarta etapa, foi proposto a realização de um novo projeto como atividade, que tinha por objetivo sanar as dúvidas dos alunos e colocar em prática o que foi abordado nos encontros antecedentes. Na quinta etapa, foi realizada uma videoaula para que os alunos reproduzissem o lançamento da escada no novo projeto estrutural, conforme representado na Figura 05.

Figura 04- Projeto após lançamento de escada.

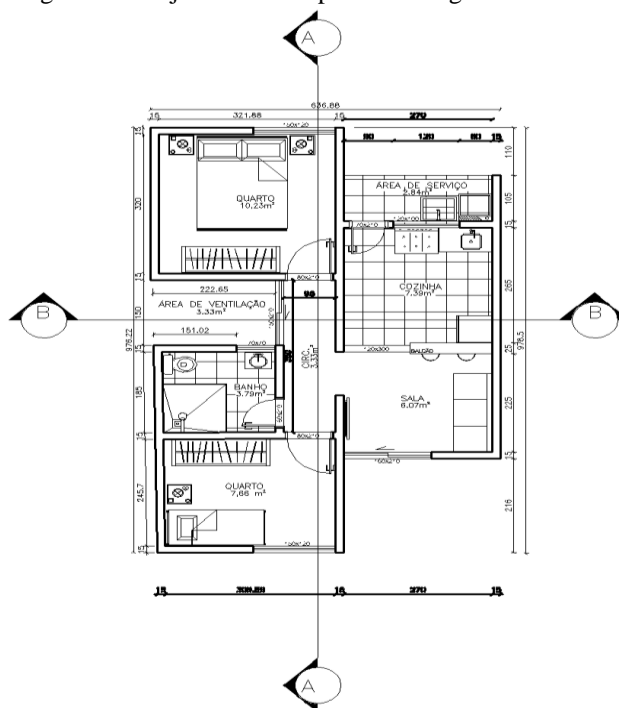


Fonte: Autores, 2020.

Agora, no minicurso de Revit, durante a primeira etapa, foi abordada a utilização de ferramentas de criação, inserção das coordenadas de um plano para iniciar uma construção, comandos básicos para delinear uma alvenaria, implantação de janelas e portas, levantamento tridimensional e, por fim, a apresentação de projetos. Foi demonstrado também a necessidade de se configurar o arquivo padrão, conhecido como *Template*, antes de se começar a modelagem.

Após as configurações básicas, foi possível então dar início a segunda etapa que consistiu na modelagem de uma casa simples, para isto, foi fornecido aos participantes, um modelo de projeto desenhado no software CAD, para se então começar a modelagem da residência no REVIT, conforme Figura 6.

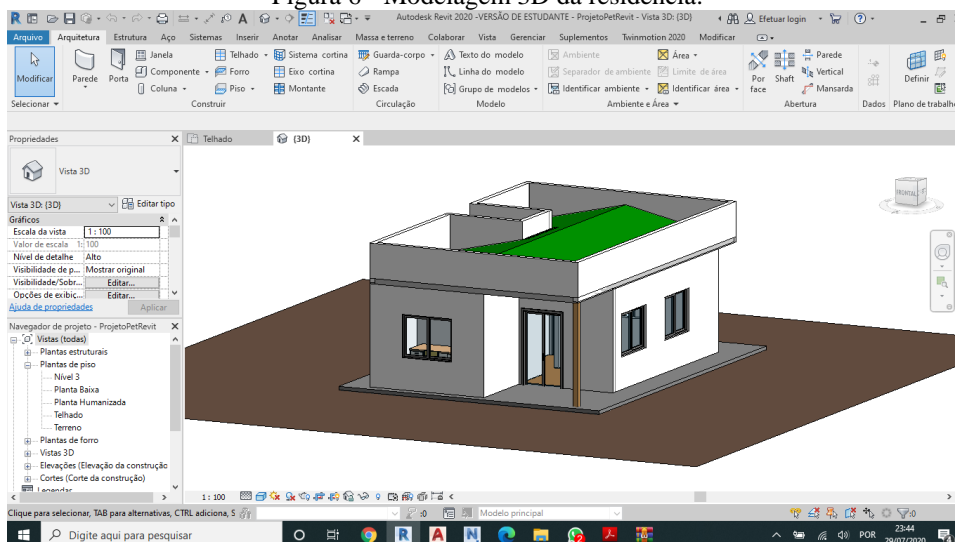
Figura 5 – Projeto utilizado para modelagem no REVIT.



Fonte: Autores, 2020

Na terceira etapa, após a demonstração das ferramentas de desenhos e sua simplicidade, foi possível modelar de forma básica a edificação, conforme Figura 7.

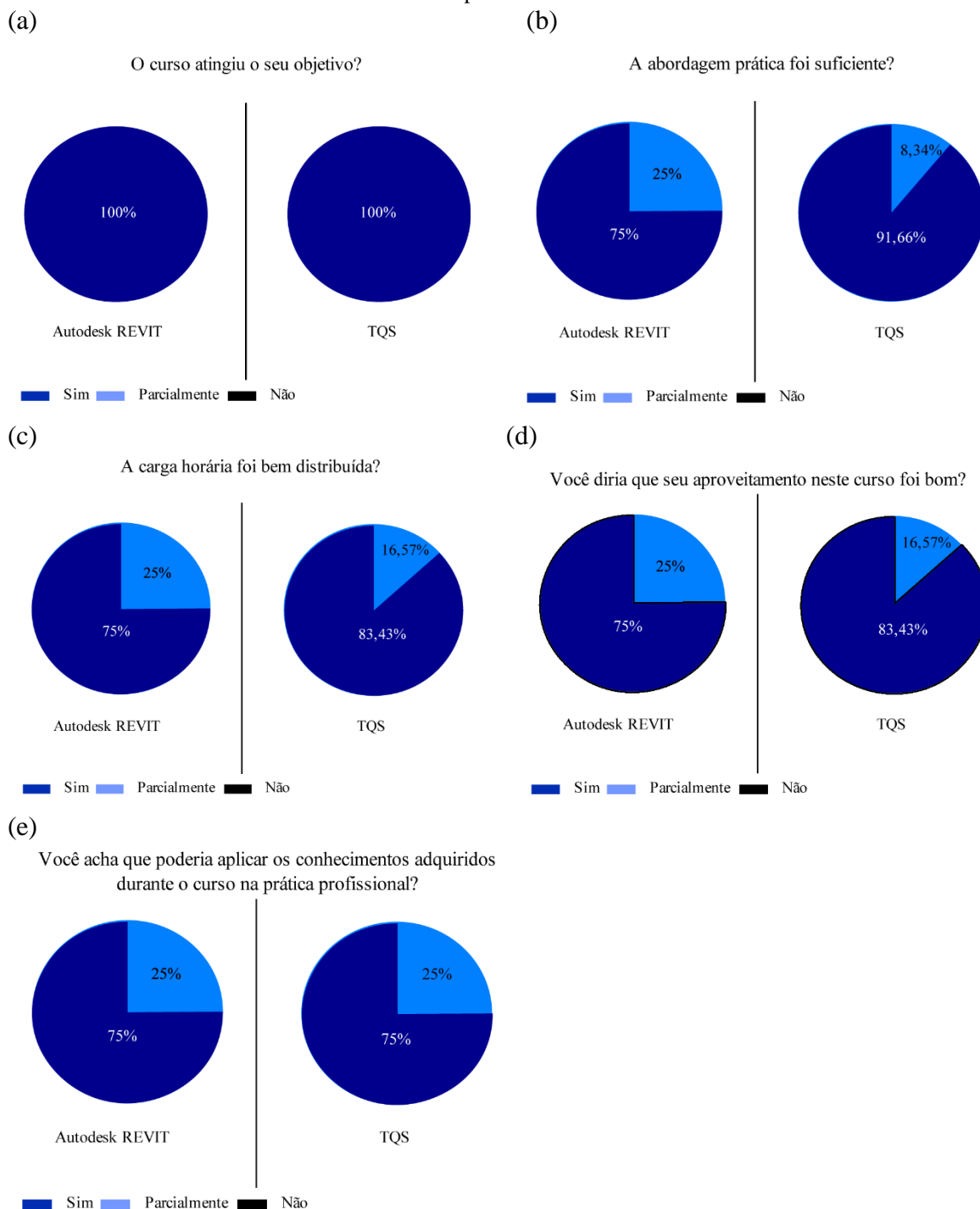
Figura 6 - Modelagem 3D da residência.



Fonte: Autores, 2020.

Por fim, foi aplicado um questionário para ambos os minicursos para que os participantes avaliassem os mesmos. Os resultados dos questionários aplicados sobre os minicursos “TQS Informática - Modelagem de estruturas de concreto armado e Representação em realidade aumentada” e “Autodesk Revit” estão representados nos gráficos 8, 9, 10, 11 e 12.

Figura 7 – Gráficos sobre avaliação dos cursos. (a) Alcance do objetivo; (b) Eficiência da abordagem prática; (c) Distribuição da carga horária; (d) Aproveitamento do curso; (e) Aplicação dos conhecimentos adquiridos durante o curso na prática profissional.



Fonte: Autores, 2020.



A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que os cursos obtiveram resultados satisfatórios. As principais sugestões e reclamações relatadas foram devido a problemas com conexão à internet e o grande número de informações em apenas um dia.

5 CONCLUSÃO

O uso da plataforma BIM apresenta inúmeras vantagens no setor da construção civil, possibilitando a verificação de possíveis interferências, a criação de um modelo compacto e integrado de todo o projeto, além de menor tempo para as mudanças não previstas durante a execução e em outras situações do ciclo de vida da edificação. Dessa maneira, é de extrema relevância o aprendizado sobre o *software* BIM, visto que o mesmo permite a melhoria do gerenciamento e da operação da edificação.

Pode-se concluir que, a realização do curso de *Revit* e TQS foi extremamente satisfatória para inteirar os alunos sobre as funcionalidades dos softwares utilizados, evidenciando a importância dessas ferramentas na atualidade. Além disso, proporcionou observar o enorme potencial das ferramentas, evidenciando as inúmeras vantagens de se utilizar a modelagem em BIM, como por exemplo, a diminuição de retrabalhos, uma vez que, a modelagem e a compatibilização dos projetos diminuem este tipo de erro em obras.

Em suma, os cursos foram satisfatórios, visto que foi possível o aprendizado de dois novos softwares pouco conhecidos pelos participantes e muito utilizados nos projetos de edificações. Ambas as tecnologias possuem ampla aplicação no mercado, proporcionando confiabilidade, representação e visualização de estruturas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. **Impacto Do Uso Do Bim Na Elaboração De Projetos As Built De Sistemas Prediais Hidrossanitários**. 2016. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás., Goiânia, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto- Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

Augin. **Augin**, 2020. Disponível em: <https://augin.app/>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

AUTODESK, 2020. REVIT. Disponível em: <https://www.autodesk.com/education/free-software/revit>. Acesso 29 de Jul. de 2020.

CARVALHO, Pedro Manuel Paiva. **Análise estatística do estado de implementação da tecnologia BIM no setor da construção em Portugal**. 2016. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2016. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/82930/2/120181.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.

CHECCUCCI, Érica de Souza; PEREIRA, Ana Paula Carvalho; AMORIM, Arivaldo Leão. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ensino de arquitetura. In: **Proceedings of the 17th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics**. 2013. p. 307-311.



EASTMAN, Chuck; et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, John Wiley and Sons, NY, 2008. [le/view/36881/25905](https://doi.org/10.1002/9781118111111)>. Acesso em: 28 de julho de 2020.

MORAES, Lidia de Oliveira Guimarães. **Estudo da Estrutura da Informação no Processo de Gerenciamento da Manutenção de Edifícios de Escritórios**. Monografia (Especialização). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES Danielle Stefane Gualberto. **Curso básico de concreto armado: conforme NBR 6118/2014**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SILVA, Armando José Esteves da. **Metodologia BIM, aplicada à preparação, controle e gestão de obra**. Dissertação (Mestrado) - Instituto superior de Engenharia de Porto do Instituto politécnico de Porto, Porto, 2012.

SOARES, Joel Duarte Rodrigues Teixeira. **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2013.

SUCCAR, Bilal. **Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v.18, n. 3, p.357-375, 2009.

TQS. **TQS Estudante**, 2020. Disponível em: <https://www.tqs.com.br/systems/tqs-estudante/kd04pfvhi1>. Acesso: 20 de maio de 2020.

APPLICATION OF BIM MODELING: AN IMPLEMENTATION OF TEACHING IN THE TUTORIAL EDUCATION PROGRAM (PET) OF CIVIL ENGINEERING AT CEFET-MG

Abstract: *The dissemination of the concept BIM (Modeling of Construction Information) in recent times and the use of this methodology applied in different software has become essential in the market, starting from the demand for Petians of the Civil Engineering Tutorial Education Program for learn more about this methodology. The BIM methodology was addressed by the program that follows the following teaching projects: TQS Informática and Autodesk Revit short course, seen as the two-software used in the BIM concept. TQS Informática is mainly used in selected projects while Autodesk Revit has applicability in all areas of engineering. The short course were taught by students of the Civil Engineering Course through digital platforms and after their execution, a questionnaire was applied to the participants who evaluated the personal performance and the personal group in relation to the courses. From the analysis of the results obtained, it was possible to verify that the teaching projects were of great value for the participants' learning and can be of great use in the professional life of the group members.*

Keywords BIM. TQS. Revit. Learn.