



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

ANÁLISE DAS COMPETÊNCIAS BIM DOS ALUNOS EGRESSOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3633

Rubens Saraiva Barbosa Filho - rubenssaraiva8@gmail.com
Universidade Federal do Ceará
R I 147
60351-720 - FORTALEZA - CE

Francisca Thais Ribeiro Sousa - thaisribeiro@alu.ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Avenida Jovita Feitosa 3109
60455-473 - Fortaleza - CE

Joyce Lopes Rolim - joyce.rolim2@gmail.com
Universidade Federal do Ceará
R. Osvaldo Rizato 151
61934-280 - Maracanaú - CE

ANTONIO PAULO DE HOLLANDA CAVALCANTE - apaulo@det.ufc.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
Campus do Pici Bloco 710
60455-760 - Fortaleza - CE

Resumo: *A indústria da Construção Civil, em geral, está passando por transformações e avanços no que se refere às metodologias utilizadas nas diferentes fases da vida útil de um edifício. O aumento da demanda por BIM nas empresas por meio de várias estratégias de implementação leva a uma escassez de profissionais qualificados com habilidades em BIM (SACKS; BARACK, 2010). Ainda segundo Sacks e Barack, a menos que o BIM seja introduzido fundamentalmente no currículo dos cursos de engenharia, os engenheiros civis formados irão para o mercado de trabalho sem as competências fundamentais para uma indústria avançada. Nessas circunstâncias, podemos perceber um mercado cada vez mais exigente no que diz respeito às competências de um profissional que trabalha com BIM. As competências em BIM são divididas em três*

Promoção:



Realização:





COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

áreas principais: gerencial, administrativa e funcional, abrangendo temas como liderança e planejamento estratégico, finanças e gestão de fluxos de trabalho e equipes (SUCCAR; SHER, 2014). O presente estudo aborda a seguinte questão: 'Na percepção dos egressos do curso de Engenharia Civil de uma determinada Universidade, suas competências relacionadas ao BIM foram suficientemente desenvolvidas durante o período de graduação?'. A questão foi levantada pelo Escritório de Projetos Integrados de Engenharia (EPE), projeto de extensão da Universidade Federal do Ceará que tem por objetivo aproximar a metodologia BIM e a comunidade acadêmica. Com o objetivo de selecionar as competências BIM mais relevantes para o profissional a serem abordadas na pesquisa, foi realizada uma vasta revisão bibliográfica em Planos Pedagógicos, Livros, Artigos, Revistas e modelos de competências desenvolvidos por empresas da Construção Civil.

Palavras-chave: BIM, Competências, Engenharia Civil

Promoção:



Realização:





ANÁLISE DAS COMPETÊNCIAS BIM DOS ALUNOS EGRESSOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, de um modo geral, está passando por transformações e avanços quanto às metodologias empregadas nas diferentes fases da vida útil de um empreendimento. Segundo estudos da Fundação Getúlio Vargas, 9,2% das empresas do setor da construção já implantaram o BIM na sua rotina de trabalho. A Indústria da Construção Civil tem grande influência econômica (MELO, SOUZA; 2017), visto que estas a riqueza destas empresas correspondem, hoje, a 5% do PIB da nação brasileira.

No ano de 2018 foi lançada a Estratégia BIM BR a fim de difundir e potencializar o BIM no país. Entre os objetivos da Estratégia BIM BR está o estímulo à capacitação em BIM, o desenvolvimento de normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM e o desenvolvimento de parâmetros que guiaram as contratações públicas com o uso do BIM. A estratégia é um grande incentivo para potencializar a expansão do BIM nas organizações e as perspectivas de melhorias vão além do setor da construção civil, tendo ainda contribuição no aumento do PIB nacional (SILVA; BALZ; 2019).

O aumento da demanda por BIM em empresas por meio de diversas estratégias de implementação causa uma certa escassez de profissionais habilitados com competências BIM (SACKS; BARACK, 2010). Ainda segundo Sacks e Barack, a não ser que o BIM seja introduzido fundamentalmente no currículo dos cursos de engenharia, engenheiros civis formados irão para o mercado de trabalho com uma escassez de habilidades fundamentais para uma indústria avançada.

Nestas circunstâncias podemos perceber um mercado cada vez mais exigente em relação às competências de um profissional que atue com BIM. As habilidades BIM se segmentam em três grandes áreas: gerencial, administrativo e funcional, passando por tópicos como liderança e planejamento estratégico à finanças e gerenciamento de fluxos de trabalho e de equipes (SUCCAR; SHER, 2014).

O presente estudo aborda a seguinte questão: 'na percepção dos egressos do curso de Engenharia Civil de determinada Universidade, as suas competências relacionadas ao BIM foram suficientemente desenvolvidas durante o período de graduação?'. Tal questionamento foi levantado pelo Escritório de projetos integrados de engenharia (EPE) um projeto de extensão da Universidade Federal do Ceará que tem como propósito aproximar a metodologia BIM da comunidade acadêmica. Para selecionar as competências mais pertinentes para o profissional BIM a serem abordadas na pesquisa foi realizada uma vasta revisão bibliográfica entre Planos Pedagógicos, Livros, Artigos e Periódicos. Desta forma, entende-se que as Competências BIM vão além das competências básicas do perfil do estudante egresso especificadas em diretrizes e planos pedagógicos, pois uma gama de autores abordam o perfil do profissional BIM e suas determinadas competências, além de modelos de competências desenvolvidos por organizações.

Segundo o Plano Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, o perfil do Engenheiro Civil deve compreender um profissional de



sólida formação técnica, científica e profissional com atuação orientada no pensamento crítico e na solução de problemas. Neste contexto, podemos destacar as seguintes habilidades e competências que se esperam de um egresso:

- a. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- b. Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia, além da operação e manutenção de sistemas;
- c. Avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia;
- d. Atuar em equipes multidisciplinares;
- e. Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- f. Desenvolver e utilizar novas ferramentas técnicas;

No capítulo 2 das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) do curso de Graduação em Engenharia Civil as características gerais de um Engenheiro Civil compreendem a visão crítica e holística, a capacidade de reconhecer problemas e necessidades dos usuários, a aptidão a pesquisar, desenvolver e utilizar novas tecnologias, além de uma sólida formação técnica. Espera-se que este perfil seja alcançado por meio das competências que formam o perfil esperado do egresso, dentre elas podemos destacar:

- a. Ter visão holística, ser crítico, cooperativo e ético;
- b. Estar apto a pesquisar, desenvolver e utilizar novas tecnologias;
- c. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d. Aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;
- e. Implementar, supervisionar e controlar soluções de Engenharia;
- f. Comunicar-se eficazmente na forma escrita, oral e gráfica;
- g. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares.

Barison e Santos definiram as características de um Gerente BIM a partir da análise de diversos anúncios de empregos provenientes de mais de 20 grandes empresas dos EUA durante os anos de 2009 e 2010. O Gerente BIM é o profissional responsável pela maioria das tarefas relacionadas ao BIM em uma empresa, incluindo a implementação e treinamento de BIM (BARISON; SANTOS, 2010). Segundo os resultados da pesquisa podemos destacar que as seguintes competências são as mais procuradas por empresas:

- a. Habilidades básicas: comunicação oral, trabalho colaborativo e a gestão de equipes;
- b. Habilidades funcionais: domínio de softwares e aplicações BIM na prática, implementação BIM na companhia, fazer estimativa de custos, usar ferramentas de planejamento e cronograma, gerenciamento e comunicação gráfica;
- c. Conhecimento técnico: em áreas de tecnologia da informação, em processos de construção e gestão, em conceitos de BIM, em custos de construção, em cronogramas e em desenhos de construção.

Segundo autores como EASTMAN (2008), CASEY & PAVELKO (2011), CHENG (2006), HOMAYOUNI et al (2009) e PENTILA & ELGER (2009), entre outros, podemos destacar as seguintes competências individuais para um profissional do BIM:

- a. Habilidades básicas: Pensamento Crítico, Comunicação Oral e Escrita, Compreensão de processos
- b. Habilidades funcionais: Capacidade de Gerenciar, Coordenar trabalhos em equipe, Implementação de BIM na companhia, Estimativa de Custos, Detecção de incompatibilidades, Utilizar ferramentas de cronograma e simulação 4D;
- c. Conhecimento Técnico: em Processos de
- d. Construção, em Tecnologia da Informação, em Gerenciamento.



Competências

A definição exata do termo competência é um assunto ainda controverso entre os autores, pois tal conceito gerou uma diversidade de interpretações ao longo dos últimos anos. Para a maioria dos autores americanos, como McClelland (1982) e Spencer & Spencer (1993), competência é o conjunto de qualificações que uma pessoa tem para executar uma atividade com uma performance elevada. Desta forma, pode-se estabelecer um conjunto de requisitos para que alguém desenvolva determinada tarefa com elevado grau de aproveitamento. Para Parry (1996) este conjunto é formado por conhecimentos, habilidades e atitudes que afetam a maior parte da performance em um trabalho ou tarefa, e esta performance deve ser medida por meio de parâmetros e melhorada por meio de treinamento.

Para os autores Europeus competência é entendida de uma forma diferente, pois os empregados demonstram a posse de uma competência quando atingem ou excedem os resultados esperados em um trabalho (PARRY, 1996). Ainda assim, o autor questiona se as competências devem ou não incluir traços de personalidades, valores e estilos (*soft competences*), além das *hard competencies*, que se limitam em indicar habilidades necessárias para uma performance satisfatória no desenvolvimento de determinada tarefa. Os autores que defendem a não inclusão de traços pessoais no modelo de competências justificam que é necessário focar na performance e não na personalidade, já que mesmo influenciando no sucesso de um trabalho não são passíveis de desenvolvimento por meio de treinamento (PARRY, 1996), é neste mesmo sentido que Zingheim e Schuster (2009) recomendam manter programas de competência simples e concretas com habilidades práticas sempre relacionadas aos objetivos da organização.

Barison (2011) divide competências individuais em 5 grandes grupos:

- a. Aptidão: capacidade natural de adquirir conhecimentos ou habilidades (COLMAN, 2001)
- b. Qualificações: Grau educacional e anos de experiência profissional (BARISON, et al. 2011)
- c. Habilidade / Capacidade: É uma habilidade competência desenvolvida, ou força para realizar alguma função sem educação ou treinamento. (COLMAN, 2011). Técnica e conhecimento que permitem alguém desempenhar uma tarefa com alta performance.
- d. Conhecimento: Discernimento necessário para entender e aprender a fazer determinada tarefa.
- e. Atitude: Uma predisposição (estável e duradoura) para responder certas coisas de certas maneiras (STATT,1998).



2. METODOLOGIA

Hoff (2010) descreve as etapas necessárias para a criação de um modelo de competências: coletar informações sobre um trabalho (tarefas e competências); criar um esboço do modelo de competências, obter feedback quantitativo e qualitativo para medir competências e refinar o modelo final. As informações do presente estudo foram baseadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Resolução CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021. Ademais, a pesquisa foi fundamentada na lista de competências analisadas no artigo Competências de Especialistas BIM: uma Análise Comparativa da Revisão da Literatura e Anúncios de Emprego, Barison e Santos (2011) explicam que esta lista de competências foi gerada a partir das responsabilidades e funções de diversas profissões BIM de ambas as fontes, também foi estudada uma vasta bibliografia que diz respeito às competências e atividades de um profissional BIM.

Após estudos, foi elaborado um formulário eletrônico na plataforma *Google Forms*, o envio do questionário se deu através de meios de comunicação: SIGAA, Instagram e *WhatsApp* buscando facilitar a coleta e atingir um número significativo de respostas. A pesquisa teve como finalidade verificar se os alunos egressos do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Ceará desenvolveram as competências necessárias para utilizar a metodologia BIM, por isso foi destinado aos concludentes do curso semestre 2020.2.

O questionário foi composto por 12 questões, 6 delas abordaram temas como as competências BIM na interpretação de projetos de engenharia multidisciplinares, elaboração de modelos 3D parametrizados, utilização de ferramentas BIM para planejamento, cronogramas para serviços de engenharia, bem como a habilidade para realizar estimativas de custos e orçamentos, além das competências para trabalhar em equipes multidisciplinares, realizar atividades de lideranças, comunicação e planejamento estratégico. Após cada pergunta, o formulário questionava onde essa competência foi desenvolvida para analisar se os alunos desenvolveram dentro ou fora da universidade.

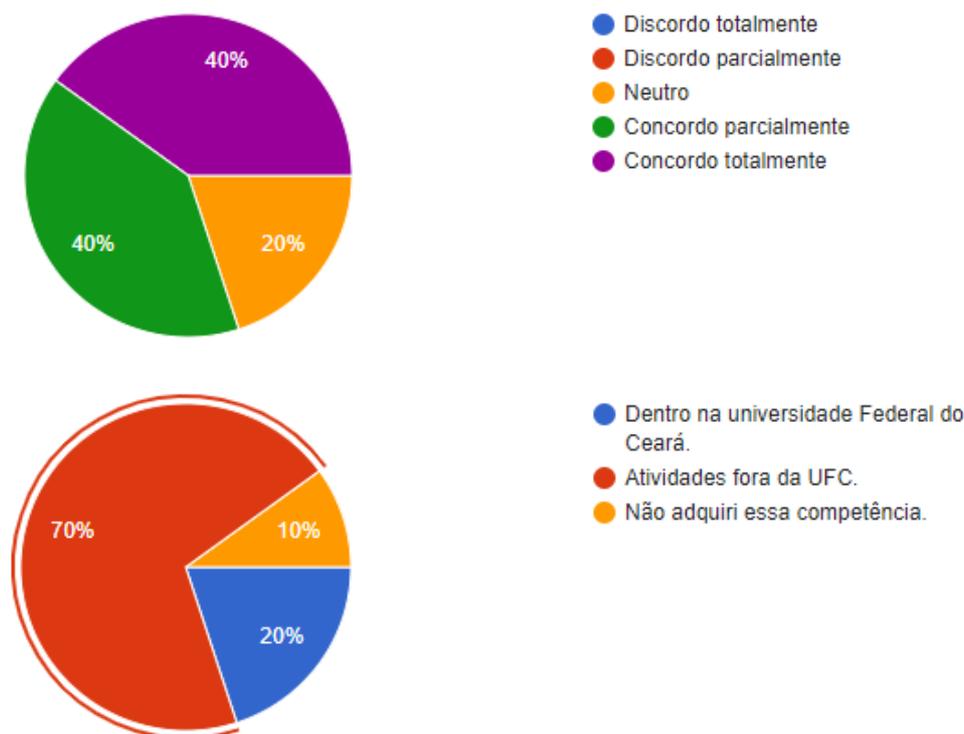
Ao final do estudo, as percepções dos alunos sobre as competências BIM foram analisadas e comparadas com as fontes de estudos já citadas, além disso, ainda foi possível medir se os alunos desenvolveram tais competências em atividades externas à Universidade, como estágios, cursos, congressos e eventos ou se a sua obtenção se deu majoritariamente dentro do ambiente acadêmico.

3. DISCUSSÃO

Segundo o espaço amostral em questão, a pesquisa apresentou grau de confiabilidade de 85 % e margem de erro de 20%. Pôde-se perceber em linhas gerais que 63,33% dos participantes de alguma forma concordam que detêm as competências em questão, por outro lado 21,67% discordam de alguma forma que adquiriram as competências em questão durante sua graduação. No que tange ao local em que foram desenvolvidas estas competências, os participantes disseram que 61,67% destas foram desenvolvidas em atividades externas à Universidade, contra apenas 13,33% de competências que foram desenvolvidas em atividades internas.

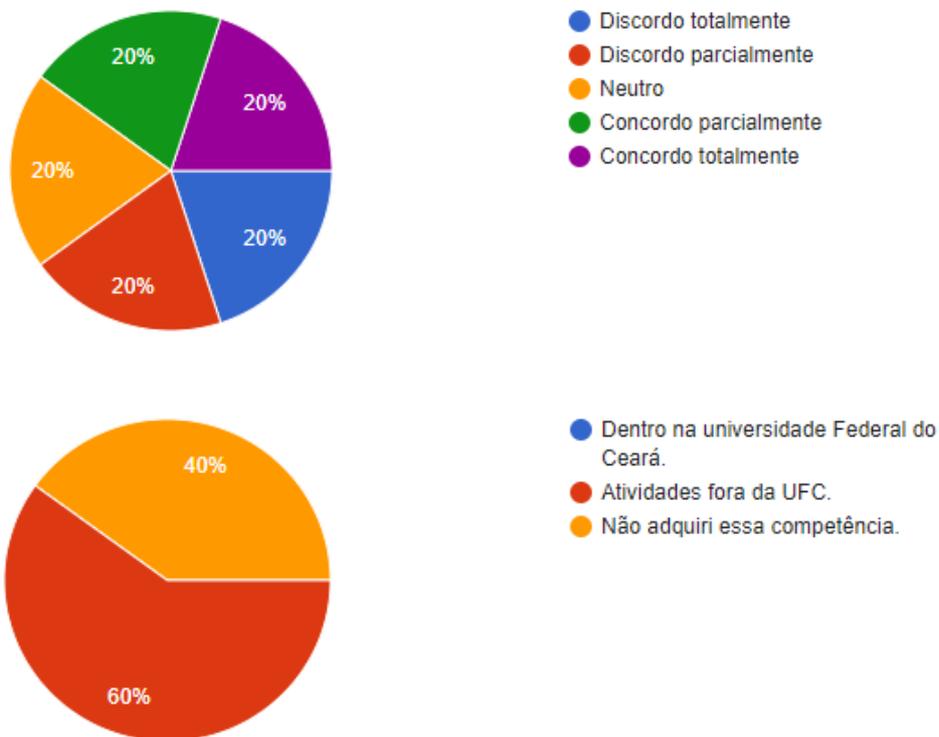
As competências que mais puderam ser desenvolvidas em atividades dentro da Universidade foram as relacionadas ao conhecimento técnico em processos construtivos, interpretação de projetos e desenhos de engenharia, além de habilidades de liderança, comunicação e planejamento. Já as competências relacionadas às ferramentas BIM no desenvolvimento de cronogramas, estimativa de custos e orçamentos, concepção e elaboração de modelos BIM parametrizados, além das habilidades para trabalhar em equipes multidisciplinares foram competências que, em sua maioria, foram aprendidas e desenvolvidas em atividades fora da Universidade.

Figura 1: Pergunta 1. Tenho conhecimentos sobre processos construtivos e habilidade para interpretar projetos de engenharia multidisciplinares



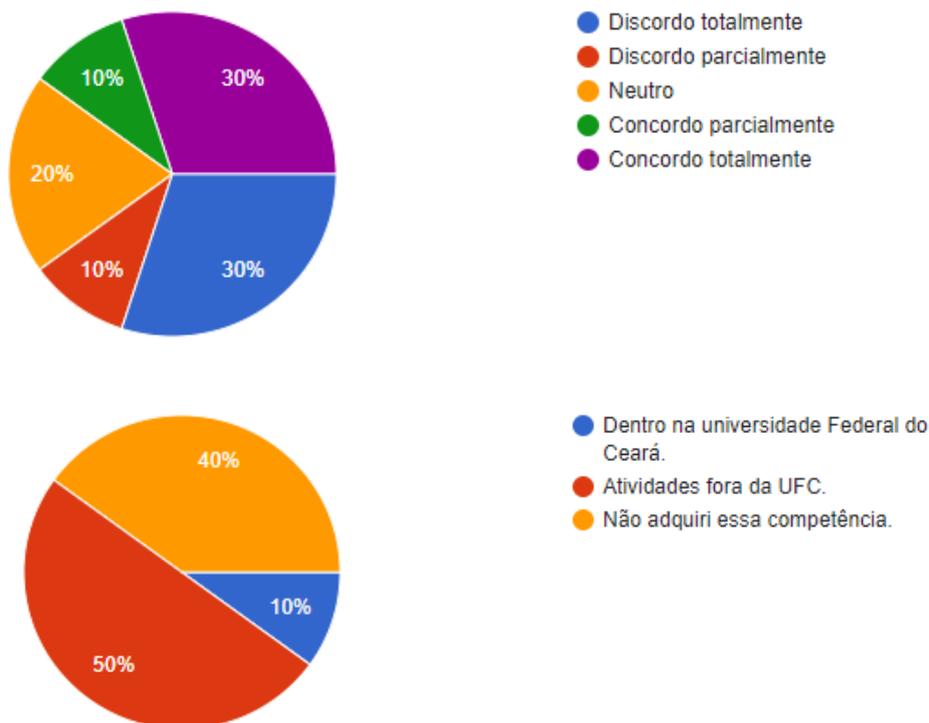
Fonte: Autor

Figura 2: Pergunta 2. Consigo utilizar ferramentas BIM de planejamento e cronogramas para serviços de engenharia.



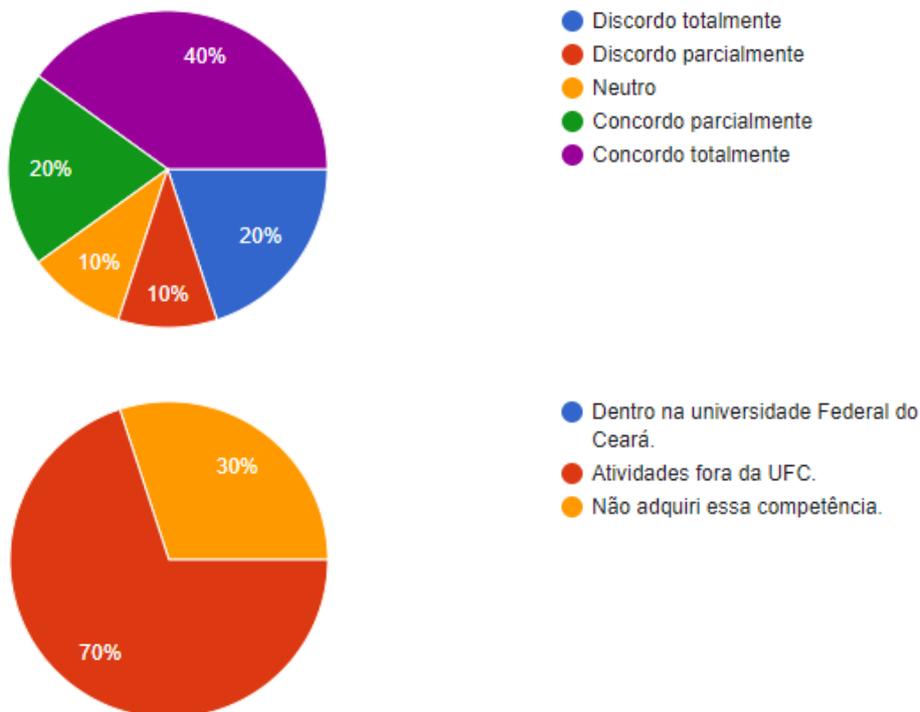
Fonte: Autor

Figura 3: Pergunta 3. Desenvolvi habilidades para realizar estimativas de custos e orçamentos com ferramentas BIM.



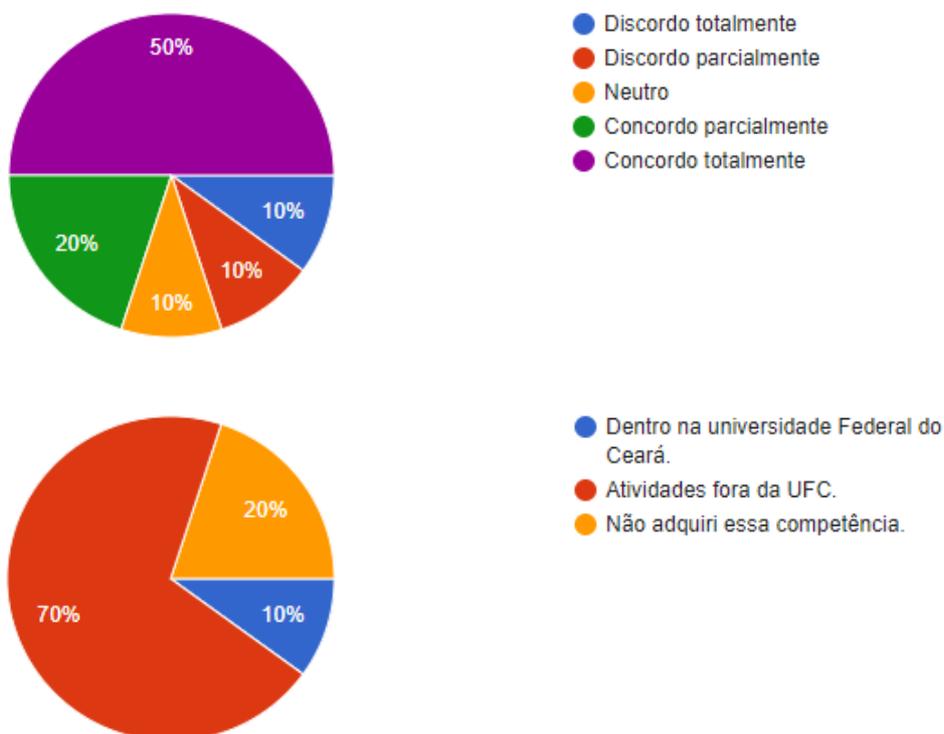
Fonte: Autor

Figura 4: Pergunta 4. Desenvolvi habilidades para elaborar Modelos 3D parametrizados em BIM



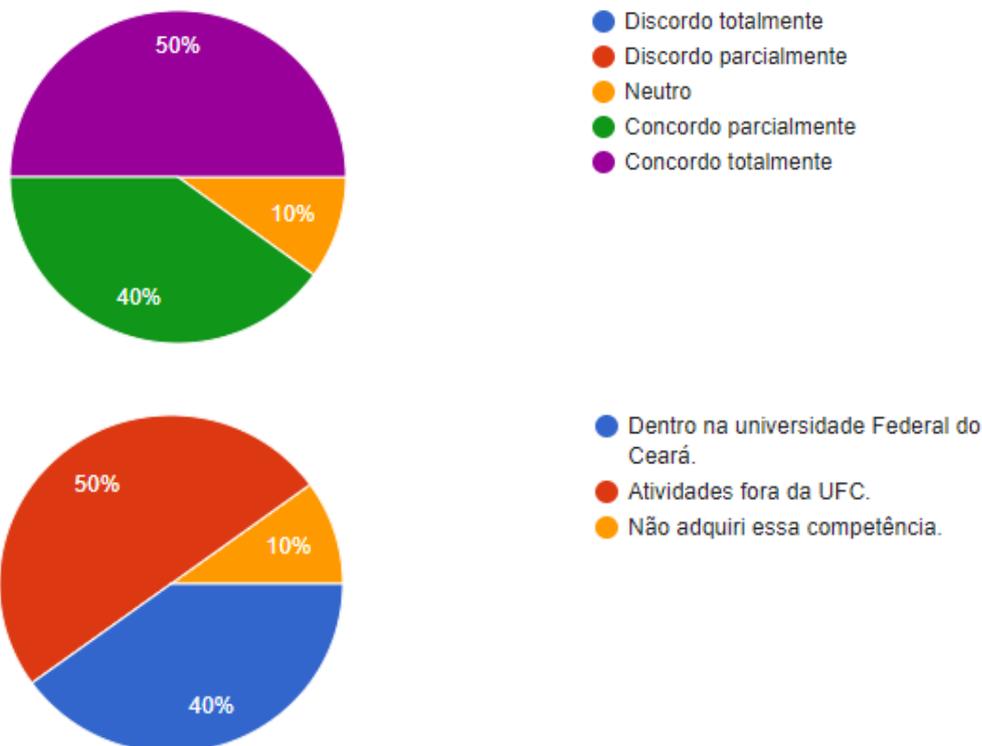
Fonte: Autor

Figura 5: Pergunta 5. Adquiri competências para trabalhar em equipes multidisciplinares e colaborativas.



Fonte: Autor

Figura 6: Pergunta 6. Desenvolvi competências para realizar atividades de lideranças, comunicação e planejamento estratégico.



Fonte: Autor

Pode-se entender como satisfatório o desenvolvimento de competências BIM dos estudantes egressos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, visto que, os participantes da pesquisa entendem que detêm, em média, mais do que 60% das competências aqui abordadas. Porém, fica claro a deficiência da Universidade no ensino e desenvolvimento de conceitos BIM e ferramentas BIM de custo, planejamento, orçamento, elaboração e concepção de projetos, visto que nenhum dos participantes indicaram que desenvolveram tais competências dentro da Universidade. Ao mesmo tempo, estas conclusões evidenciam a importância da formação extracurricular do aluno por meio da participação em cursos, estágios, congressos e eventos que são parte indispensável na formação do Engenheiro com competências BIM.

A pesquisa também indicou que 50% dos engenheiros recém-formados dominam totalmente ou parcialmente todas as competências aqui abordadas, mesmo que a maioria delas seja proveniente de experiências externas ao curso padrão de Graduação em Engenharia Civil.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disso, pôde-se observar que a Universidade cumpre o seu papel no que tange a formação de profissionais com competências BIM, ou seja, é real o desenvolvimento de profissionais com qualificações condizentes com as quais o mercado espera e compatíveis com aquelas elencadas por autores aqui abordados, além é claro, das competências especificadas em diretrizes curriculares, pois metade dos egressos concordam que adquiriram 100% das competências BIM aqui abordadas durante seu período de graduação.

Além disso, não é surpreendente a porcentagem de, em média, apenas 63,3% das competências BIM serem dominadas pelos egressos, pois tais competências aqui definidas vão além das habilidades e conhecimentos básicos que norteiam o perfil do egresso segundo as Diretrizes Curriculares e o Plano Pedagógico, o entendimento de conceitos e o domínio de ferramentas BIM são competências específicas para profissionais que atuarão nesta área, logo não é pertinente que 100% dos alunos saiam com competências relacionadas a apenas este ramo da engenharia. Finalizado o estudo, ainda cabem certos questionamentos e temas como: 'Porque as competências mais voltadas ao domínio de ferramentas BIM na aplicação prática de conceitos são as que menos foram aprendidas na Universidade?' e 'A importância das atividades extracurriculares na formação do Engenheiro'.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto no 9.377, de 17 de maio de 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 mai.2018. Seção 1, p. 3;

BARISON, M. B.; SANTOS E. T. Competências de Especialistas BIM: uma Análise Comparativa da Revisão da Literatura e Anúncios de Emprego, **ASCE - American Society of Civil Engineers**, (publicado virtualmente), v 1, n 1, p. 1-10, 2011;

CASEY, M. J. BIM in Education: Focus on Local University Programs. In: BUILDINGSMART ALLIANCE NATIONAL CONFERENCE: **Engineering, & Construction**, 2008, Washington. Proceedings...Disponível em: <http://projects.buildingsmartalliance.org/files/?artifact_id=1809>. Acesso em 5 mai. 2021.

CHENG, R. Questioning the role of BIM in architectural education. **AECBytes**. 2006. Disponível em:http://www.aecbytes.com/viewpoint/2006/issue_26.html. Acesso: 07/05/2021.

DUTRA, J. S.; HIPÓLITO, J.; SILVA, C. M. Gestão de pessoas por competências: O caso de uma Empresa do Setor de Telecomunicações. **EnANPAD - Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**. Foz do Iguaçu / PR, v 1, n 1, p1-12, Setembro, 2011;

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008;

GONÇALVES JÚNIOR, F. A. A. **Os 3 principais entraves na adoção do BIM na engenharia civil.** 2016.

Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-3-principais-entraves-na-adocao-do-bim-na-engenharia-civil>. Acesso em: 17 fev. 2019;

HOMAYOUNI, H.; NEFF, G.; DOSSICK. Theoretical Categories of Successful Collaboration and BIM Implementation within the AEC Industry. **CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS.** 2009.

Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1061/41109\(373\)78](http://dx.doi.org/10.1061/41109(373)78)> Acesso em 2 maio de 2021.

PARRY, Scott. B. **The quest for competencies.** Training, julho 1996, p. 48-54;

PENTTILÄ, H.; ELGER, D. New Professional Profiles for International Collaboration in Design and Construction. **eCAADe.** 2009.

Disponível em: http://www.mittaviiva.fi/hannu/studies/ecaade2008_penttila_elger.pdf. Acesso: 06/05/2021.

SACKS, R.; BARAK, R. Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education, **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice.** v 136, n 1, p. 30-38, January, 2010;

SUCCAR, B.; SHER, W. A Competency Knowledge-Base for BIM Learning, **Australian Journal of Construction Economics and Building Conference Series**, v 1, n 1, p. 1.1-10, Abril, 2014;

SPENCER L. M. e SPENCER, S. M. **Competence at Work.** Wiley, New York, 1993;

SILVA, G.; BALZ, A.; PEDROZO, E. C. Estratégia Nacional de disseminação do BIM como uma alternativa factível para o desenvolvimento do setor construtivo brasileiro, **Salão do Conhecimento - XXVII Seminário de Iniciação Científica.** v 1, n 1, p 1-5, Outubro 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Coordenação do Curso de Engenharia Civil. **PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL.** Fortaleza, Ceará. 2004.

ANALYSIS OF THE BIM COMPETENCIES OF GRADUATED STUDENTS FROM THE CIVIL ENGINEERING COURSE OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF CEARA – COBENGE 2021

Abstract: *The architecture, engineering and construction industry (AEC), in general, is undergoing transformations and advances in terms of the methodologies used in the different phases of a building's useful life. The increase in demand for BIM in companies through various implementation strategies leads to a shortage of professionals qualified with BIM skills (SACKS; BARACK, 2010). Also according to Sacks and Barack, unless BIM is introduced fundamentally in the curriculum of engineering courses, graduated civil engineers will go to the job market with a lack of fundamental skills for an advanced industry. In these circumstances, we can perceive an increasingly demanding market when it comes to the skills of a professional who works with BIM. BIM skills are divided into three main areas: managerial, administrative and functional, covering topics such as leadership and strategic planning, finance and management of workflows and teams (SUCCAR; SHER, 2014). The present study addresses the following question: 'In the perception of the graduates of the Civil Engineering course of a given University, were their skills related to BIM sufficiently developed during the undergraduate period?'. This question was brought by the Integrated Engineering Projects Office (EPE), an extension project of the Federal University of Ceará which has the purpose of bringing together both the BIM methodology and the academic community. In order to select the most relevant skills for the BIM professional to be addressed in the research, a vast bibliographic review was carried out in Pedagogical Plans, Books, Articles, Journals and competency models developed by AEC companies.*

Keywords: *BIM, competencies, civil engineering*