

ENSINO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS NA ENGENHARIA CIVIL: A PERCEPÇÃO DOS DOCENTES

TEACHING OF PLUMBING SYSTEMS IN CIVIL ENGINEERING: THE TEACHER'S PERCEPTION

Solange Liseglê Schulz Staut¹, Leticia Santos Machado de Araújo², Marina Sangoi de Oliveira Ilha³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v39p281-294.2020

RESUMO

O modelo tradicional de ensino não tem se apresentado eficiente na formação dos profissionais na atualidade. A fim de propor melhorias, este artigo objetiva levantar a percepção dos docentes sobre o ensino-aprendizagem dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários na Engenharia Civil. Para tanto, foram aplicados questionários *on-line* para docentes de Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras. O uso de BIM, a visão espacial e a compatibilização de projetos foram os itens mais apontados como deficiências dos alunos ao ingressarem nas disciplinas de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS). Por sua vez, o dimensionamento dos sistemas prediais de água quente e fria e a concepção dos sistemas prediais de esgoto sanitário foram considerados como as maiores dificuldades dos alunos durante as disciplinas de SPHS. Verificou-se que o uso de BIM é ainda incipiente: apenas 23% dos docentes indicaram que usam essa ferramenta, ainda que 62% deles tenham informado que existe disciplina introdutória nas suas respectivas IES. O conhecimento do docente e a disponibilidade de ferramentas/*softwares* na instituição foram apontados como facilitadores da implementação de BIM por mais de 80% dos docentes. Dentre as estratégias indicadas para o ensino-aprendizagem, destacaram-se o desenvolvimento de projeto, a montagem dos SPHS, a visita em obras e a resolução de problemas.

Palavras-chave: ensino; aprendizagem; sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

ABSTRACT

The traditional teaching model has not been effective for the education of professionals of the present. In order to propose improvements, this article aims to know teacher's perception about the teaching-learning of plumbing systems in Civil Engineering. For that matter, on-line questionnaires were applied to Brazilian higher education institutions (HEI). The use of BIM, spatial visualization and project compatibility were the most pointed items as student's deficiencies in the beginning of the plumbing systems disciplines. On the other hand, the sizing of hot-water and cold-water systems and the conception of sewer systems were deemed student's biggest difficulties during plumbing systems disciplines. It was verified that the use of BIM is still incipient – only 23% of teachers indicated they use such tool, even though 62% of them informed there is an introductory subject on the respective HEI. The teacher's knowledge and the availability of tools/software in the institution were pointed as BIM implementation facilitators according to over 80% of teachers. Among the indicated strategies

¹ Doutoranda em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

² Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Doutoranda em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

³ Professora Dra. titular da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

for teaching-learning, the ones that stood out were project development, plumbing systems assembly, visit to construction areas and problem solving.

Keywords: teaching; learning; plumbing systems.

INTRODUÇÃO

As questões envolvendo os engenheiros têm se tornado essencialmente pluridimensionais e o mercado de trabalho está cada vez mais globalizado. Além disso, como resultado de incorporações e reestruturações das empresas, os profissionais mudam de emprego ou de função com muito mais frequência do que no passado; porém, tradicionalmente, o ensino de engenharia não contempla o desenvolvimento da flexibilidade e de adaptação exigidas para essa realidade. Esses profissionais devem ser capazes de interagir com uma equipe multidisciplinar e compreender e lidar com outros países e culturas (KING, 2011).

Para Smith et al. (2018), é por meio do ensino que se transmite uma formação mais qualificada e consciente, promovendo práticas de desenvolvimento emergentes na indústria da construção para os futuros profissionais.

De acordo Silva et al. (2016), grande parte das estratégias e ferramentas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem na Engenharia Civil ainda estão apoiadas em um modelo de educação tradicional, baseado na figura do docente detentor do saber e do aluno como um receptor passivo. Esse modelo tem se mostrado insuficiente diante das atuais necessidades dos alunos e das exigências da sociedade. Soluções integradas e apoiadas pela tecnologia da informação vêm substituindo a maneira convencional do desenvolvimento dos trabalhos da construção civil, em especial dos projetos, em que cada agente da cadeia da construção civil assumia um papel sequencial e dissociado.

Nesse sentido, é necessária a atualização do conteúdo e dos métodos de ensino-aprendizagem para adaptá-los aos novos desafios oferecidos pelo século XXI, conforme Delgado Trujillo e De Justo Moscardó (2018).

Zheng, Chen e Lu (2019) ressaltam que é crescente o número de pesquisas que abordam o uso de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem na área de construção civil; porém, ainda são poucas aquelas que abordam a eficácia do uso dessas tecnologias na aprendizagem dos alunos e no processo interativo da construção do conhecimento.

Por sua vez, praticamente inexistem os estudos sobre o ensino-aprendizagem dos projetos dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS). Inserido nesse contexto, este estudo objetiva levantar a percepção de docentes que pesquisam e ministram disciplinas sobre tal tema em cursos de graduação de Engenharia Civil, a fim de subsidiar propostas para o ensino-aprendizagem.

REFERENCIAL TEÓRICO

O perfil desejado para o profissional em Engenharia Civil sofreu grandes modificações nas últimas décadas e passou a contemplar diferentes competências-chave: comunicação; capacidade analítica, estratégica e de compartilhamento de conhecimento; liderança; capacidade de resolução de problemas e de tomada de decisões; entre outras (RYAN et al., 2019).

Para o engenheiro projetista são fundamentais também competências técnicas, tais como a visão espacial; a compatibilização dos projetos desenvolvidos e compartilhamento das informações; e o conhecimento de ferramentas de projeto (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013; MARUNIC; GLAZAR, 2013).

Segundo Ha e Fang (2016), existem muitos fatores que contribuem para o sucesso do aluno, incluindo competências analíticas e espaciais e compreensão dos fundamentos básicos (matemática, física, interpretação de texto entre outros). Dentre esses fatores, verifica-se que a

competência espacial tem sido negligenciada antes ainda do ingresso na graduação; a consequência é que os alunos chegam despreparados para um curso no qual a visualização espacial é aplicada praticamente em todas as disciplinas em que se desenvolve projetos. Conforme diferentes autores, deve-se investir em estratégias de ensino-aprendizagem nas quais a prática seja o ponto de partida para questionamentos, incentivando a análise e a crítica (MCCABE, 2018)

Um mapeamento sistemático dos artigos de periódicos em inglês indexados nas bases de dados *Scopus e Engineering Village e Web of Science* com a expressão de busca <“civil engineering” AND “strategies” AND (teaching OR learning)>, em outubro de 2019, indicou a existência de 71 documentos, excluídas as repetições.

Merecem destaque, no referido levantamento, os estudos que tratam:

- a) do uso de tecnologias, mais especificamente: desenvolvimento de *softwares* específicos para uso nas disciplinas; integração de *softwares* de mercado para uso de simulação; introdução de BIM em disciplinas de graduação (BRIOSIO; MURGUIA; URBINA, 2017; BOZOGLU, 2016; SAMPAIO, 2015) e uso de modelos 3D com BIM em conjunto com *softwares* de automação;
- b) da aplicação da abordagem baseada em problemas (ABP), mais especificamente: desenvolvimento de competências-chave (BARROSO; MORGAN, 2012; MGANGIRA, 2003) e melhora no desempenho acadêmico (SHEKHAR; BORREGO, 2017; DA SILVA; KURI; CASALE, 2012).

Levantamentos com premissas idênticas e nas mesmas bases de dados indicaram a existência de apenas três documentos com temas relacionados ao ensino dos sistemas do edifício na graduação. As expressões de busca, nesse caso, foram:

- a) [("project-based" OR "problem-based" OR "project-oriented" OR "problem-oriented") AND (learning OR approach OR course OR student)] OR ("based learning" OR PBL OR POBL OR

"project-led education" OR "PLE") AND (civil engineer*), em fevereiro de 2018;

- b) [(BIM OR Build* Information Model*) AND (education OR learn* OR teach*) AND (Engineer* OR architecture)], em junho de 2018.

Dois dos três artigos levantados estão relacionados à aplicação da ABP no ensino do projeto de instalações elétricas residenciais e no ensino de sustentabilidade – aproveitamento de água de chuva para um sistema de irrigação. O terceiro artigo (PALOMERA-ARIAS; LIU, 2016) está relacionado ao uso de BIM em disciplinas de sistemas prediais.

Por sua vez, um levantamento dos artigos publicados em periódicos de associações científicas nacionais, relacionados com o ensino ou com áreas da Engenharia (Revista de Ensino de Engenharia, da ABENGE; Ambiente Construído, da ANTAC; Revista Brasileira de Recursos Hídricos, da ABRH; Engenharia Sanitária e Ambiental, da ABES; Geotecnia, da ABMS; Transportes, da ANPET), realizado em outubro de 2019, com as palavras-chaves ABP, resultou em apenas sete documentos:

- a) quatro deles sobre a aplicação da ABP no ensino-aprendizagem na Engenharia Civil – um sobre ensino dos SPHS (ARAÚJO; ILHA, 2019); dois voltados para a área de transportes (CARDOSO; LIMA, 2012; KURI; DA SILVA, 2010); e um relacionado à área ambiental (PICHIRI JR.; GATTI; SILVA, 2015);
- b) três deles sobre BIM – um sobre a introdução de BIM nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil no país (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013) e os demais sobre o ensino de BIM em disciplinas de Gerenciamento do Projeto da Construção (BASTO e LORDSLEEM JR., 2016) e de Projeto Arquitetônico (FERREIRA; CORCINI; ALEIXO, 2019); não foram encontrados artigos sobre o uso de BIM no ensino de SPHS.

MÉTODO

Este trabalho consiste em um levantamento da percepção de docentes sobre o ensino de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) em cursos de graduação de Engenharia Civil.

Para tanto, foram realizadas as seguintes atividades: seleção da amostra de docentes, elaboração e submissão dos questionários e coleta de dados e análises.

O principal critério estabelecido para a seleção da amostra de docentes para o envio dos questionários foi a atuação em pesquisa e ensino de SPHS. Para o levantamento dessa informação, foram considerados os autores dos artigos publicados nos dois principais eventos acadêmicos nacionais que contemplam pesquisas em SPHS, ambos promovidos pela ANTAC: i) SISPREL – Simpósio Nacional de Sistemas Prediais (edições de 1986; 1987; 1988; 1989; 1994; 2005; 2007; 2009 e 2011); e ii) ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (edições de 1993; 1995; 1998; 2000; 2002; 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014 e 2016).

A partir da consulta ao Currículo Lattes (CNPq) dos autores levantados, foram considerados para a amostra aqueles profissionais que atuam ou atuaram como docentes na graduação no curso de Engenharia Civil, ainda que atuem simultaneamente em outros cursos, e também aqueles que ministram ou já ministraram disciplina(s) de projeto dos SPHS.

Portanto, não foram considerados na amostra aqueles profissionais que ministram ou ministraram exclusivamente disciplinas, ainda que de SPHS, em outros níveis ou em outros cursos de graduação.

Além disso, foi considerado como desejável que a amostra contemplasse profissionais com atuação em instituições públicas e privadas, diferentes tempos de atividade docente e titulações (de mestrado e/ou de doutorado) obtidas com trabalhos voltados ao tema SPHS.

Dois questionários foram utilizados para a coleta dos dados, os quais foram aplicados em momentos distintos. Esses questionários fazem parte de um projeto de pesquisa voltado para a

formulação de diretrizes para o ensino-aprendizagem dos SPHS. Os projetos de pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram aprovados pelo Comitê de Ética da instituição na qual a pesquisa está sendo desenvolvida.

O questionário 1 contém questões de múltipla escolha, de escolha única e dissertativa e está dividido em quatro blocos: caracterização do respondente e o regime da instituição (pública/privada); caracterização das disciplinas de ensino de projeto dos SPHS ministradas; levantamento da percepção quanto às dificuldades e deficiências dos alunos nas disciplinas de graduação que abordam o projeto dos SPHS; e levantamento das ferramentas e/ou estratégias para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem do projeto dos SPHS na graduação.

Para cada questão de escolha única (blocos 1 e 2 do questionário 1) foi atribuída a escala de Likert (1932): 1 ponto (não contribuiu/pouco adequado) a 5 pontos (contribuiu muito/muito adequado). Para a análise, foram calculados as médias e os desvios-padrão das notas atribuídas, assim como a distribuição de frequências, conforme proposto por Shekhar e Borrego (2017). Além disso, foi utilizado o teste de Mann-Whitney (COSTA, 2010), com nível de significância de 5%, para a verificação da existência de diferenças significativas entre as respostas de diferentes subgrupos da amostra.

Para as respostas às questões de múltipla escolha e dissertativas foram efetuadas análises de frequências.

Tendo em vista a importância do uso de BIM no desenvolvimento dos projetos de sistemas prediais foi elaborado o questionário 2, o qual contém questões de múltipla escolha e dissertativas e está dividido em três blocos: caracterização do respondente e o seu conhecimento em BIM; levantamento das competências a serem desenvolvidas pelos alunos do curso de Engenharia Civil (EC); e levantamento de estratégias para implementação e uso de BIM nas disciplinas de graduação que abordam o projeto dos SPHS.

De maneira similar ao questionário 1, foi efetuada a análise de frequências para as respostas às questões de múltipla escolha.

Ambos os questionários foram desenvolvidos com o auxílio da ferramenta *Google Forms*, o que permite que o preenchimento dos questionários *on-line*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram levantados 194 autores de artigos de SPHS nos anais do ENTAC (1993-2016) e 147 autores nos anais do SISPREL (1986-2011). Excluindo-se as repetições, obteve-se um total de 296 profissionais.

Desse total, 238 possuíam currículo cadastrado na Plataforma Lattes no período em que a consulta foi efetuada (maio a junho de 2018). Contudo, em 41 currículos não havia a informação sobre a área de atuação. Excluindo-se esses profissionais e também aqueles que haviam falecido, obteve-se uma amostra composta por 193 profissionais, sendo que 89 atuavam ou já tinham atuado como docentes no curso de Engenharia Civil, mas somente 36 deles em disciplinas que abordam SPHS (incluindo dois participantes do presente estudo).

Assim, a amostra foi composta por 34 docentes, os quais ministram ou ministraram

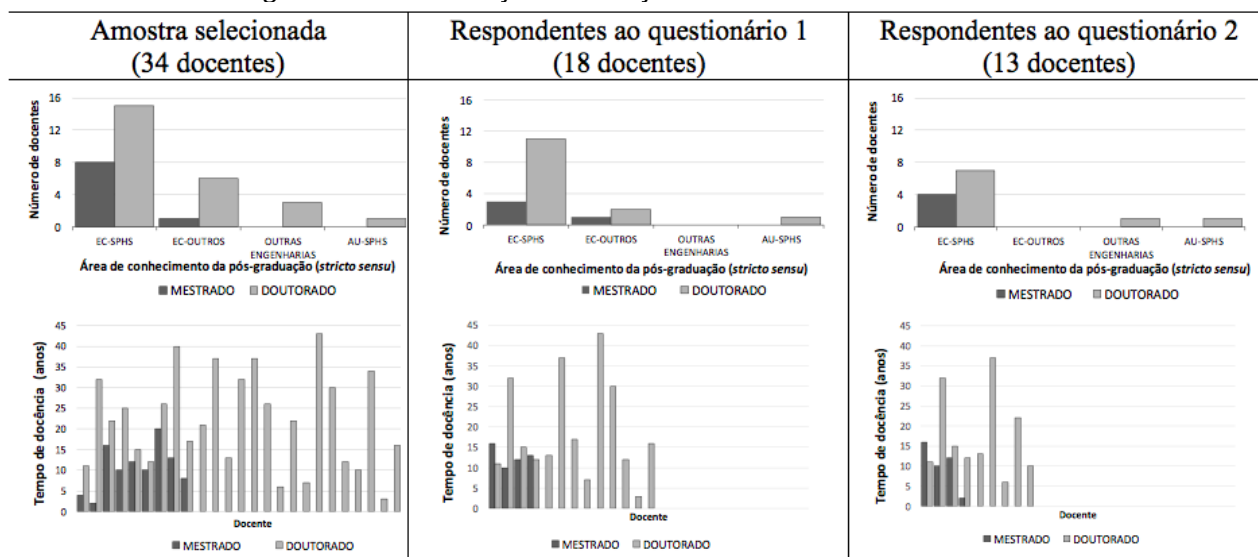
disciplinas que abordam o projeto de SPHS em curso de graduação em Engenharia Civil.

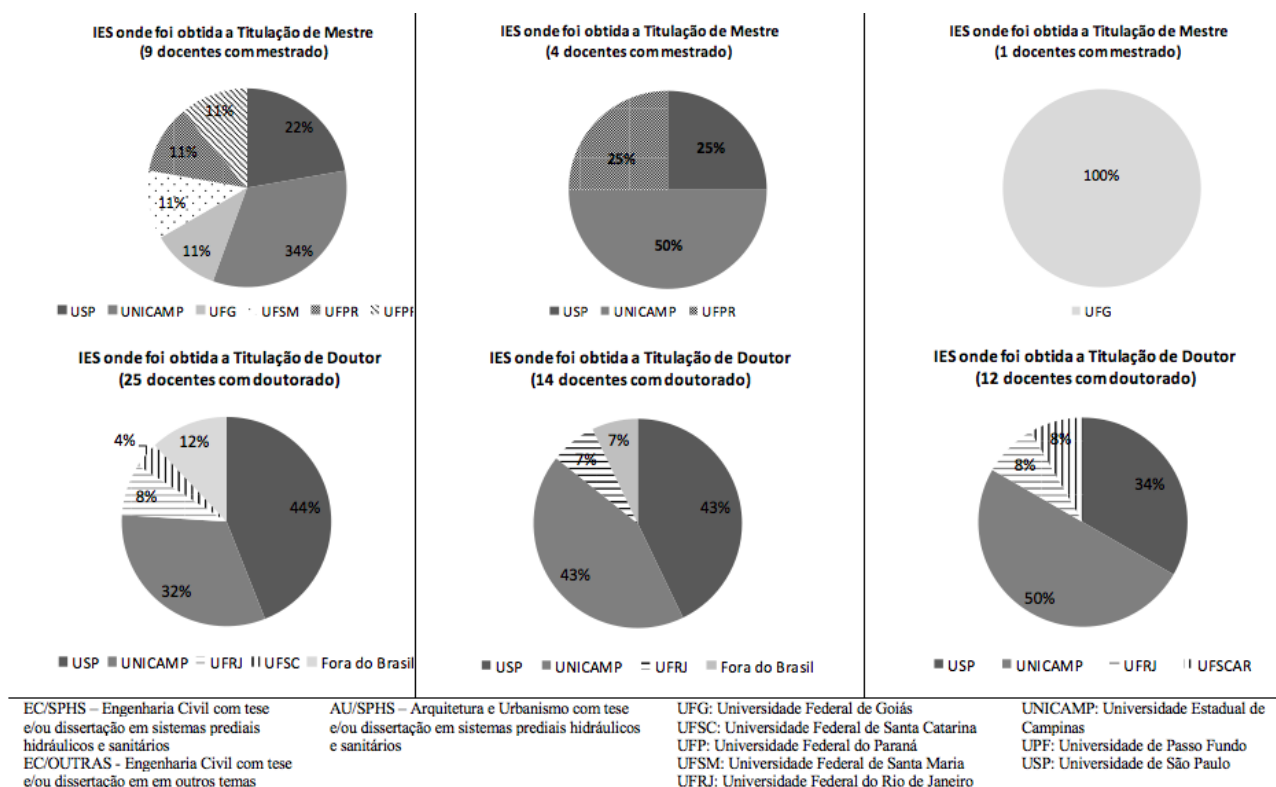
Do total de 34 docentes, 71% tem titulação na área de SPHS e 74% deles possui doutorado. A maioria das titulações foi obtida na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (FEC-UNICAMP) e na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP-USP), que são as duas instituições que há mais tempo possuem cursos de pós-graduação com áreas de concentração ou linhas de pesquisa nesse tema. Os docentes com titulação de doutor possuem, em média, 22 anos de experiência didática; já os mestres possuem 10 anos de experiência, em média (Figura 1).

Entre os participantes, 18 docentes (53% do total) responderam ao questionário 1, todos com graduação em EC; 11 deles (61%) têm titulação de doutor na área de SPHS e possuem, em média, 18 anos de experiência didática; 3 (16%) têm titulação de mestre nessa área.

Por sua vez, 13 (29% do total) responderam ao questionário 2. Apenas um não tem graduação em EC; 6 (46%) têm titulação de doutor na área de SPHS e possuem, em média, 17 anos de experiência didática.

Figura 1 – Caracterização da titulação dos docentes das IES brasileiras





Fonte: elaborado pelas autoras.

A distribuição dos docentes nas IES e nas regiões brasileiras é apresentada na Figura 2.

A região Sudeste se destaca tanto no número de instituições como no de docentes: mais da metade dos que responderam aos questionários 1 e 2 atuam nessa região.

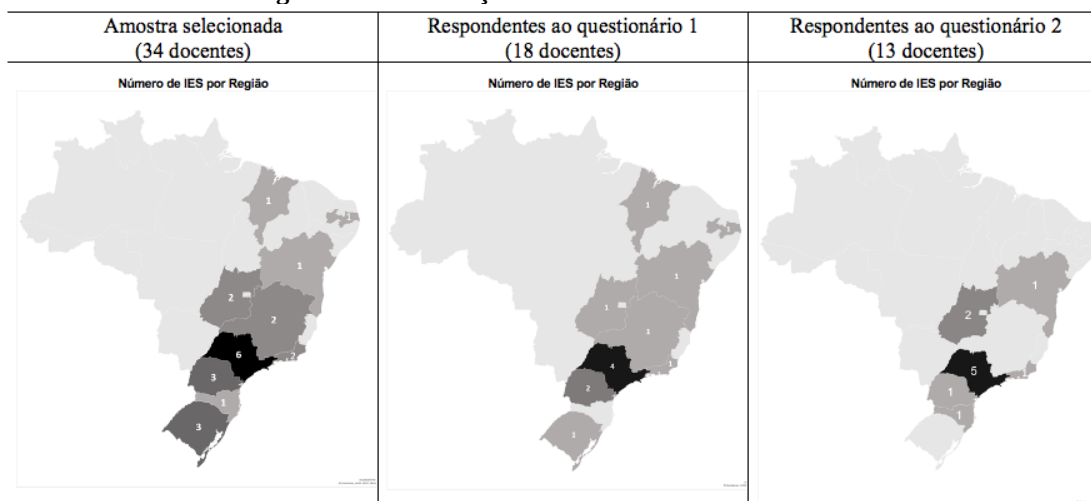
Entre os docentes que responderam ao questionário 1, 15 deles (83%) atuaram anteriormente no mercado de trabalho, em atividades relacionadas aos SPHS: nove na concepção e/ou desenvolvimento de projetos desses sistemas; cinco na concepção e/ou

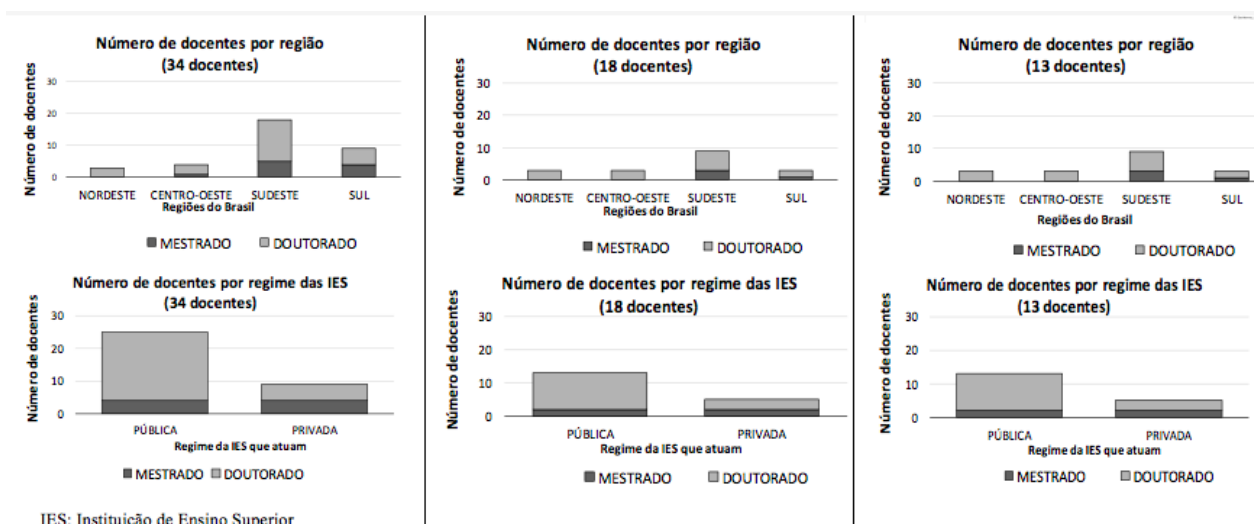
desenvolvimento de projetos e também na gestão de instalações/montagens; e um em empresa de fabricante de componentes dos SPHS.

Ainda entre os docentes que responderam ao questionário 1, 11 deles (60%) atuam como pesquisadores na área dos SPHS em conjunto com a docência nessa área.

Dos treze respondentes ao questionário 2, 11 ministram disciplinas de SPHS e cinco atuam apenas na graduação de EC.

Figura 2 – Distribuição dos docentes das IES brasileiras





Fonte: elaborado pelas autoras.

Deficiências apresentadas pelos alunos ao ingressarem nas disciplinas de projeto dos SPHS

A Figura 3 apresenta a visão dos 18 docentes que responderam ao questionário 1 com relação às deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas que abordam o projeto dos SPHS.

Considerando-se as respostas “alta” e “muito alta” verifica-se que:

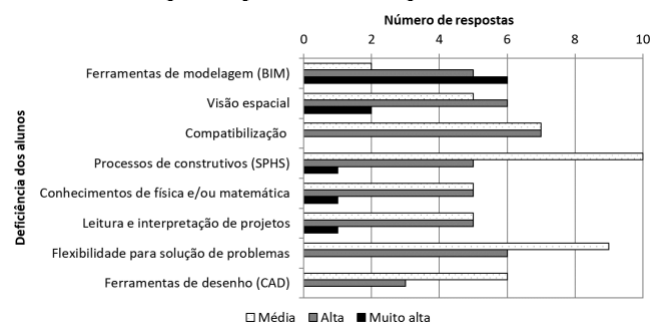
- a) a principal deficiência apontada foi o uso de BIM para modelagem dos SPHS. Acredita-se que essa realidade seja consequência do fato de que a implantação de BIM no ensino de EC esteja ainda sendo realizada de forma gradual e pouco efetiva, conforme destacado por Checucci (2019);
- b) em segundo lugar se encontra a deficiência em visão espacial. Trata-se de um importante item a ser abordado na proposição de melhorias no ensino, uma vez que consiste em um componente essencial no processo de formação dos engenheiros (HA; FANG, 2016; MARUNIC; GLAZAR, 2013);
- c) em terceiro lugar aparece a compatibilização de projetos. Com o aumento da complexidade dos edifícios, é cada vez mais necessário que a equipe de projetistas faça a compatibilização entre todos os sistemas prediais e entre

eles e os demais subsistemas do edifício (DOSSICK; NEFF, 2010).

As respostas acerca das deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de projeto dos SPHS, em geral, não diferiram significativamente quando comparados os docentes de IES públicas e privadas, para o grau de confiança de 5%. Com exceção dos tópicos “compatibilização dos sistemas dos edifícios”, “ferramentas de desenho (CAD)” e “ferramentas de modelagem (BIM)” que receberam, em média, notas mais altas dos docentes das IES privadas.

Em média, os docentes com mais de 15 anos de atividade didática atribuíram notas mais baixas para as deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de projeto dos SPHS quando comparados com os docentes com menos tempo de atividade.

Figura 3 – Deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário 1



Fonte: elaborado pelas autoras.

Dificuldades apresentadas pelos alunos nas disciplinas de projeto dos SPHS

A Figura 4 exibe as dificuldades que os alunos apresentam nas disciplinas que abordam o projeto dos SPHS, de acordo com os docentes que responderam ao questionário 1.

Da análise da Figura 4 verifica-se que:

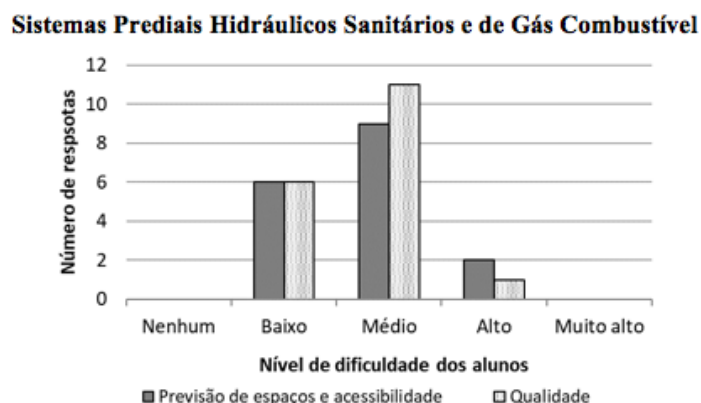
- a) os maiores níveis de dificuldade apontados se referem à concepção e traçado do sistema predial de água quente. Acredita-se que as deficiências apontadas anteriormente, quanto à visão espacial e à compreensão dos processos construtivos, contribuam para esta dificuldade;
- b) a maioria dos docentes classificou como baixo ou médio o nível de dificuldade nos conceitos relacionados aos SPHS, tanto os mais gerais (previsão dos espaços, acessibilidade e qualidade) quanto os referentes a cada sistema. Merecem destaque os conceitos relacionados aos sistemas prediais de água quente e de gás combustível, com um maior número de respostas classificando como alto o grau de dificuldade dos alunos; e
- c) segundo os docentes, os alunos apresentam maiores níveis de dificuldade (respostas “média e alta dificuldade”) no dimensionamento dos

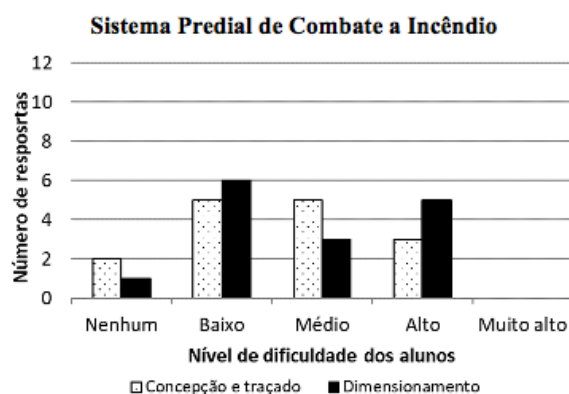
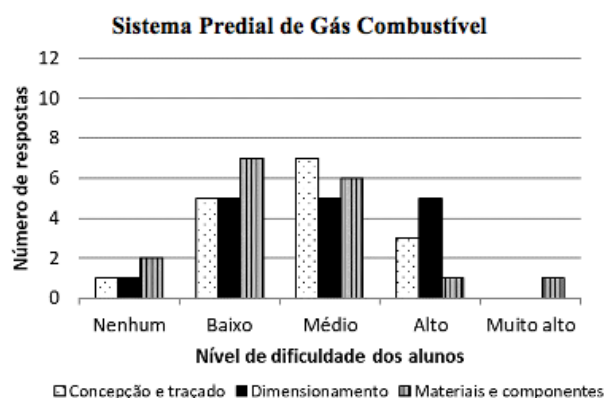
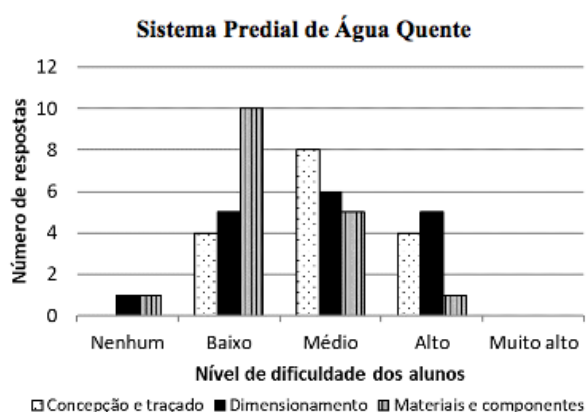
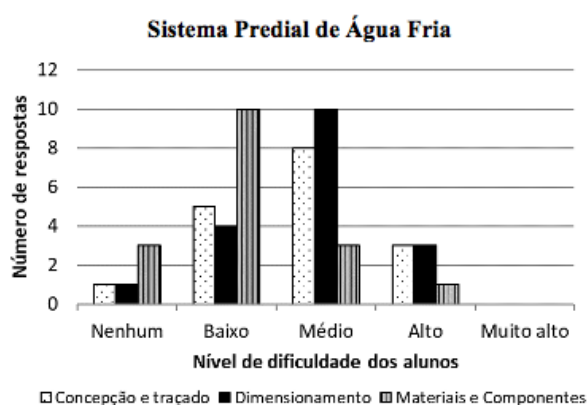
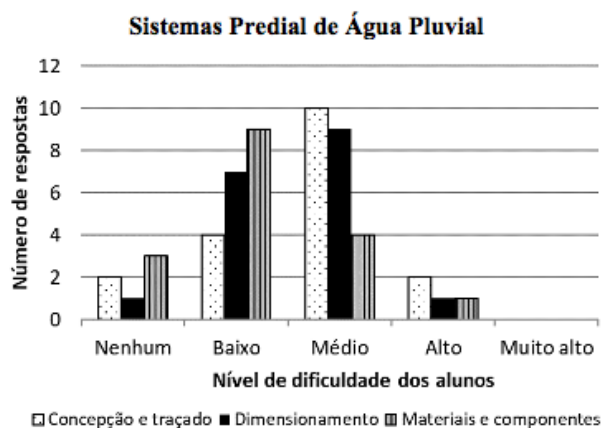
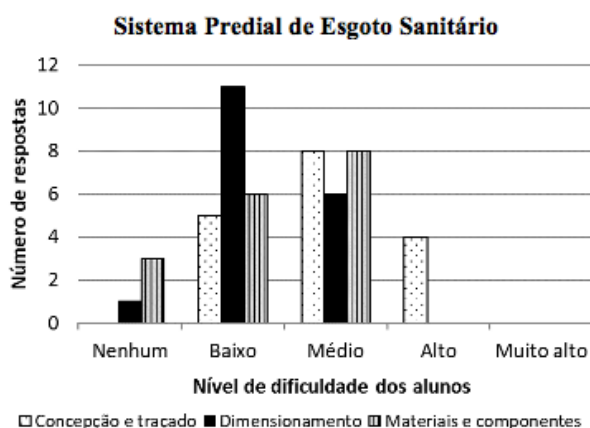
sistemas prediais: de água fria seguido do sistema de água quente e do sistema de água pluvial. Acredita-se que as deficiências nos conceitos básicos de física e matemática, apontados anteriormente, intensifiquem as dificuldades de compreensão do dimensionamento dos SPHS.

As respostas não diferiram significativamente quando comparados os docentes de IES públicas e privadas, para o grau de confiança de 5%. Exceção para o dimensionamento do sistema predial de água fria (SPAF) e do sistema predial de água quente (SPAQ), para os quais foi apontado um maior grau de dificuldade nas IES privadas.

Os conteúdos referentes aos Sistemas Prediais de Gás Combustível (SPGC) e de combate a incêndio por hidrantes e/ou mangotinhos (SPCI) não são ministrados em todas as IES em que atuam os docentes que responderam ao questionário 1. Assim, o número de respostas a esta questão foi diferente das demais. Para a maioria dos docentes que responderam sobre o SPGC, os alunos apresentam nível de dificuldade médio ou alto na concepção, traçado e dimensionamento desse sistema. Mais da metade dos docentes que responderam sobre o SPCI afirmaram que os alunos apresentam nível de dificuldade médio ou alto na concepção, traçado e dimensionamento desse sistema.

Figura 4 – Principais dificuldades que os alunos apresentam nas disciplinas de projeto dos SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário 1





Fonte: elaborado pelas autoras.

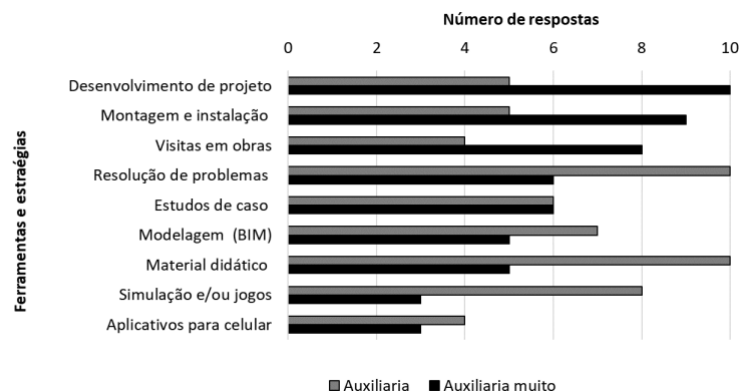
Estratégias e ferramentas para auxílio do ensino-aprendizagem

A estratégia mais pontuada pelos docentes foi a concepção e o desenvolvimento de projeto: 83% dos 18 docentes que responderam ao questionário 1 consideram que essa estratégia auxilia ou auxilia muito o ensino-aprendizagem dos SPHS. Vale destacar que a concepção e o desenvolvimento de projeto já são utilizados no processo de ensino-aprendizado dos SPHS na maioria das IES, oito das 13 contempladas pelo questionário 1. Em

seguida, destacaram-se as seguintes estratégias e ferramentas (Figura 5):

- a) montagem e instalação dos SPHS;
- b) visita em obras; e
- c) resolução de problemas.

Figura 5 – Estratégias e ferramentas para o auxílio do ensino-aprendizagem dos SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário 1



Fonte: elaborado pelas autoras.

Para os docentes com mais de 15 anos de atividade didática (seis dos 18 docentes), verifica-se que a resolução de problemas e a concepção/desenvolvimento de um projeto foram as estratégias que receberam as maiores notas, ou seja, foram as mais valorizadas.

Para esse grupo, a visita em obras e a montagem/instalação dos SPHS receberam notas, em média, mais baixas (3,0 em ambas as estratégias), diferindo do grupo de docentes com até 15 anos de atividade didática, que atribuiu, em média, notas mais altas para essas atividades (4,4 e 4,6, respectivamente).

Não houve diferença significativa quando analisadas as respostas dos docentes que atuam em IES públicas e privadas, para o grau de confiança de 5%.

BIM no ensino de SPHS

Mesmo com uma amostra composta essencialmente por docentes com formação e que atuam em pesquisas sobre os SPHS, e apesar de mais de 80% dos que responderam ao questionário 2 terem afirmado que conhecem BIM, verificou-se que o seu uso é ainda incipiente: apenas 23% dos 13 docentes usaram ou usam BIM na(s) disciplina(s) de SPHS ministrada(s). Importante destacar, contudo, que 62% dos 13 docentes informaram que

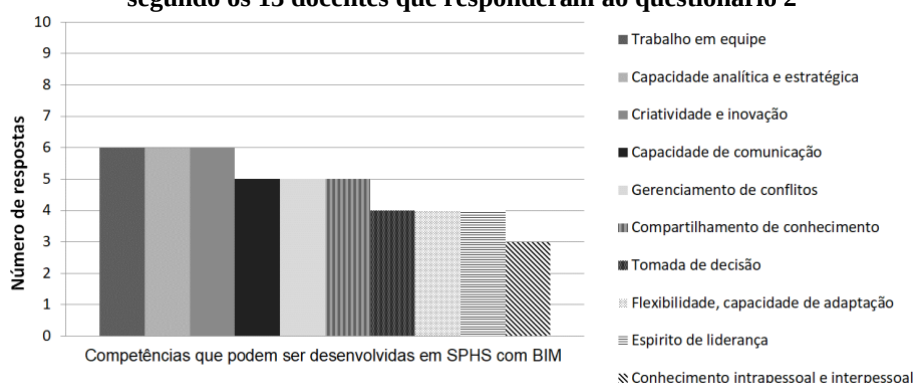
existe disciplina que ensina os conceitos e ferramentas de BIM nas suas respectivas IES.

Diferentes competências poderiam ser desenvolvidas com o auxílio do uso de BIM na disciplina de SPHS, conforme os docentes que responderam ao questionário 2 (Figura 6).

Confrontando os resultados da figura anterior com as competências-chave levantadas na literatura, verifica-se que a maioria delas pode ser desenvolvida, segundo os docentes questionados, com o uso de BIM, o que indica mais vantagens do seu emprego. Merecem destaque o trabalho em equipe, a criatividade e inovação e a capacidade analítica e estratégica – competências que foram indicadas por 46% dos docentes.

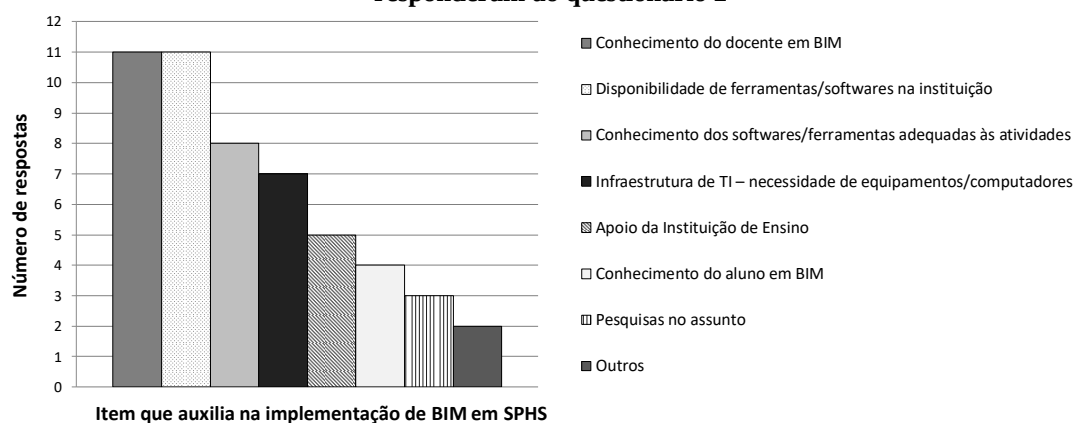
A opinião acerca dos requisitos para a implementação de BIM nas disciplinas de SPHS é apresentada na Figura 7. Interessante destacar que o conhecimento do docente em BIM e a disponibilidade de ferramentas/*softwares* na instituição foram apontados por uma maior porcentagem dos docentes do que o conhecimento dos alunos em BIM. Apenas um item foi apontado por todos os docentes com mais de 15 anos de atividade didática, que é a disponibilidade de ferramentas/*softwares* na instituição. De maneira similar, apenas um item foi apontado por todos os docentes com menos de 15 anos de atividade didática: o conhecimento do aluno em BIM.

Figura 6 – Competências cujo desenvolvimento poderia ser auxiliado pelo uso de BIM na disciplina de SPHS, segundo os 13 docentes que responderam ao questionário 2



Fonte: acervo das autoras.

Figura 7 – Itens que auxiliam a implementação do BIM na disciplina de SPHS, segundo os 13 docentes que responderam ao questionário 2



Fonte: acervo das autoras.

Para os docentes que usam ou usaram BIM nas disciplinas de SPHS (23% dos respondentes do questionário 2), a documentação de famílias/templates BIM de produtos disponibilizadas pelos fabricantes e a criação de um núcleo de trabalho multidisciplinar nas IES também poderiam auxiliar a implementação do BIM no curso.

Dos 13 docentes que responderam ao questionário 2, 46% responderam à questão dissertativa: “Gostaria de acrescentar algo com relação ao uso de BIM para o desenvolvimento do projeto na sua disciplina de Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários?” Merecem destaque as menções aos seguintes itens nas respostas:

- a) a realização de palestras com profissionais que usam o BIM incentivaria o seu uso;
- b) o uso da modelagem dos projetos de forma gradativa;

- c) a colaboração entre as disciplinas de sistemas de projeto (Arquitetura, Estrutura, Elétrica entre outros);
- d) os alunos não têm conhecimento sobre BIM, o que dificulta seu uso.

Conforme apresentado anteriormente, a maior deficiência que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas que abordam os SPHS, na visão dos docentes que responderam ao questionário 1, é a utilização de BIM para modelagem dos SPHS. Na sequência destacam-se: a falta de flexibilidade para a solução de problemas e a falta de conhecimento dos processos de montagem e/ou instalação dos SPHS.

CONCLUSÃO

O presente estudo levantou a percepção dos docentes que atuam na docência e na

pesquisa de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS), em diferentes Instituições de Ensino Superior brasileiras, quanto ao ensino desse tema no curso de Engenharia Civil.

A concepção e desenvolvimento de projetos utilizando BIM e a montagem/instalação dos SPHS foram consideradas as principais estratégias para o processo de ensino-aprendizagem nesse tema.

Entre as dificuldades que os alunos apresentam nas disciplinas de SPHS foram consideradas como mais frequentes a concepção e traçado do sistema predial de esgoto sanitário e o dimensionamento dos sistemas prediais de água quente e fria.

Por sua vez, o uso de BIM para modelagem dos SPHS, a visão espacial e a compatibilização de projetos foram considerados como as deficiências mais frequentes que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de SPHS.

Verificou-se que o uso de BIM nas disciplinas de SPHS é ainda incipiente: apenas 23% dos 13 docentes que responderam ao questionário sobre esse tema indicaram que usam a referida ferramenta.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam a necessidade de melhorias no ensino-aprendizagem dos SPHS, principalmente com a introdução de estratégias voltadas para a facilidade de visualização e capacidade de resolução de problemas, envolvendo o trabalho em equipe.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. S. M.; ILHA, M. S. O. Ensino de projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários: abordagem baseada em problemas. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 2, p. 203-217, abr. 2019.
- BARROSO, L. R.; MORGAN, J. R. J. Developing a Dynamics and Vibrations Course for Civil Engineering Students Based on Fundamental-Principles. **Advances in Engineering Education**, v. 3, n. 1, p. 1-35, 2012.
- BASTO, P. E. A.; LORDSLEEM JR., A. C. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 4, p. 45-61, dez. 2016.
- BRIOSIO, X.; MURGUIA, D.; URBINA, A. Comparing three scheduling methods using BIM models in the Last Planner System. **Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal**, v. 9, n. 1, p. 1604-1614, dez. 2017.
- BOZOGLU, J. Collaboration and coordination learning modules for BIM education. **Journal of Information Technology in Construction**, v.21, p. 152-163, 2016.
- CARDOSO, I. M.; LIMA, R. S. Metodologias ativas de aprendizagem: o uso do aprendizado baseado em problemas no ensino de logística e transportes. **Transportes**, v. 20, n. 3, p. 79-88, 2012.
- CHECCUCCI, É. DE S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, fev. 2019.
- COSTA, S. F. **Estatística aplicada a pesquisa em educação**. Brasília: Liber Livro, 2010.
- DA SILVA, A. N.; KURI, N. P.; CASALE, A. PBL and B-Learning for Civil Engineering Students in a Transportation Course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 138, n. 4, p. 305-313, out. 2012.
- DELGADO TRUJILLO, A.; DE JUSTO MOSCARDÓ, E. Evaluación del Diseño, Proceso y Resultados de una Asignatura Técnica con Aprendizaje Basado en Problemas. **Educación XX1**, [s. l.], v. 21, n. 2, 2018.
- DIAO P. H.; SHIH N. J. Trends and research issues of augmented reality studies in architectural and civil engineering education-A review of academic journal publications. **Applied Sciences**, v. 9, n. 9, 2019.
- DOSSICK, C; NEFF, G. Organizational Divisions in BIM-Enabled Commercial Construction **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 4, p. 459-467, 2010.
- FERREIRA, J. R.; CORCINI, M. P.; ALEIXO, H. S. P. Teaching BIM in the Subject

- Architectural Design. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, n. 2, 2019.
- HA, O.; FANG, N. Spatial Ability in Learning Engineering Mechanics: Critical Review. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, n. 2, p. 04015014, abr. 2016.
- KING, C. J. Graduação em engenharia deve ser mais ampla. **Ensino Superior**, Campinas, 2011. Disponível em <<https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br>> Acesso em 07 mar. 2018.
- KURI, N. P.; DA SILVA, A. N. R. Uma estratégia de ensino em transportes apoiada nos perfis de personalidade dos estudantes. **Transportes**, v. XVIII, n. 3, p. 72-79, set. 2010.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v.32, n.140, p.5-55, 1932.
- MCCABE, B. A. Experiences of flipped learning in a civil engineering module. **Irish Journal of Technology Enhanced Learning**, v. 4, n. 1, p. 1-23, ago. 2018.
- MGANGIRA, M. B. Integrating the development of employability skills into a civil engineering core subject through a problem-based learning approach. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 5, p. 759-761. 2003.
- MARUNIC, G.; GLAZAR, V. Spatial ability through engineering graphics education. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 23, p.703-715, 2013.
- PALOMERA-ARIAS, R.; LIU, R. BIM laboratory exercises for a MEP systems course in a construction science and management program. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 21, n. Issa R, p. 188-203, 2016.
- PICHI JR, W.; GATTI, D. C.; SILVA, M. L. P. Interdisciplinaridade como consequência de trabalhos conjuntos entre nível técnico e superior. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 1, p. 51-60, 2015.
- RYAN, A. et al. Analytical Comparison of Core Competencies across Civil Engineering Positions within New England Department of Transportation Agencies. **Transportation Research Record**, v. 2673, n. 1, p 427-437, 2019.
- RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151-165, jun. 2013.
- SAMPAIO, A. Z. The introduction of the BIM concept in civil engineering curriculum. **International Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 1, p 302-315, 2015.
- SHEKHAR, P.; BORREGO, M. Implementing Project-Based Learning in a Civil Engineering Course: a practitioner's perspective. **International Journal of Engineering Education**, v. 33, n. 4, p. 1138-1148, 2017.
- SILVA, W. A. et al. Avaliação das Estratégias de Ensino no Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 1, p. 11-22, 2016.
- SMITH, N. M. et al. Industry–University Partnerships: Engineering Education and Corporate Social Responsibility. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 144, n. 3, p. 04018002, jul. 2018.
- ZHENG, L.; CHEN, K.; LU, W. Bibliometric Analysis of Construction Education Research from 1982 to 2017. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 145, n. 3, p. 04019005, jul. 2019.

DADOS BIOGRÁFICOS DAS AUTORAS



Solange Liseglê Schulz Staut – Tecnóloga em Construção Civil (Unicamp, 1991), Mestre em Engenharia Civil (Unicamp, 2011). Assessora Técnica da Diretoria da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP (FEC-Unicamp). Aluna do curso de doutorado em Engenharia Civil da FEC-Unicamp.



Leticia Santos Machado de Araújo – Engenheira Civil (Unicamp, 2000), Mestre em Engenharia Civil (Unicamp, 2004). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Aluna do curso de doutorado em Engenharia Civil da FEC-Unicamp.



Marina Sangoi de Oliveira Ilha – Engenheira Civil (UFSM, 1985), Mestre em Engenharia Civil (EPUSP, 1988). Doutora em Engenharia Civil (EPUSP, 1996). Professora titular da FEC-Unicamp.