



USO DE SOFTWARES PARA AUXÍLIO EDUCACIONAL EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Denis da Silva Passos – denisspassos@uft.edu.br

Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas, Programa de Pós-Graduação em
Modelagem Computacional de Sistemas
Avenida NS 15, Quadra 109 Norte – Bala I, Sala 1
77.001-090 – Palmas – TO

Virginia de Sousa Venega – virginia.venega@ifto.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Avançado
Formoso do Araguaia
Rua do Lago Municipal, Setor Central
77.470-000 – Formoso do Araguaia – TO

Vanessa Nunes da Silva – vanessanead@hotmail.com

Universidade Estadual do Maranhão, Campus Balsas, Núcleo de Tecnologias para Educação
Praça Prof. Joca Rego, S/N, Centro
65.800-000 – Balsas – MA

Marcelo Lisboa Rocha – marcelolisboarochoa@gmail.com

Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas, Programa de Pós-Graduação em
Modelagem Computacional de Sistemas
Avenida NS 15, Quadra 109 Norte – Bala I, Sala 1
77.001-090 – Palmas – TO

Resumo: Nas últimas décadas, a Engenharia Civil muito tem evoluído, especialmente com relação ao uso da informática. No âmbito educacional é possível constatar um expressivo número de softwares para o ensino nesta área. Nessa perspectiva objetivamos realizar um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) sobre o uso de softwares para auxílio educacional em cursos de Engenharia Civil no Brasil. Com a intenção de ser uma revisão formal, rigorosa e confiável, a execução do MSL teve por base a metodologia de Revisões Sistemáticas, a qual se mostrou adequada para a obtenção de estudos relevantes e geração de dados necessários para responder às questões de pesquisa estabelecidas. Foram utilizadas as bases de dados do Congresso Brasileiro de Educação

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





em Engenharia, Revista Brasileira de Informática na Educação, Revista de Ensino de Engenharia e Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Foram encontrados 69 trabalhos científicos, dos quais 62 foram incluídos no MSL. Nestes estudos foram identificados 55 diferentes softwares sendo que os mais recorrentes foram Matlab, Excel, Scilab, Ftool, GDFácil, Geogebra, GEOWEB, Mathematica e Winplot. As principais áreas de aplicação dos softwares foram: Cálculo; Estruturas; Estruturas Metálicas; Geotecnia; Mecânica dos Solos; Análise de Estruturas e Desenho Técnico. Dentre as ferramentas identificadas houve predominância daquelas para desktop (87%) com interface GUI 2D (50%).

Palavras-chave: Educação, Engenharia Civil, Ensino, Mapeamento Sistemático, Softwares.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o processo de ensino transformou-se sobremaneira, em grande parte devido à popularização do computador e das ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Nessa nova realidade, o aluno é capaz de utilizar seu conhecimento prévio aliado às novas tecnologias disponíveis para facilitar a construção do conhecimento (DOMINICINI; COELHO, 2014).

Para Lagos (2000), um dos desafios atuais da educação é aproveitar as novas mídias (áudio, computadores, inteligência artificial, realidade virtual, vídeo, etc) para atrair o estudante, permitindo a construção do conhecimento.

A Engenharia Civil também tem passado por um período de grande desenvolvimento tecnológico, especialmente com relação ao uso da informática (MODLER; FEIL, 2003). Evidentemente essa evolução também se faz necessária na educação. E já é possível constatar um grande número de aplicações computacionais voltadas para o ensino de Engenharia Civil em suas mais diversas vertentes.

Ormonde et al. (2013) e Silva et al. (2005) apresentam diversos softwares educacionais voltados para áreas da Engenharia Civil e o segundo autor aponta que:

“...o emprego dessas ferramentas gráficas faz com que os alunos de graduação sintam-se mais motivados para estudar os assuntos discutidos em sala de aula, o que torna o aprendizado mais dinâmico, interativo e eficiente, visto que estes passam a visualizar e compreender com mais clareza o comportamento de sistemas estruturais de engenharia, como também os fenômenos físicos envolvidos.” (SILVA et al., 2005, p. 53).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) sobre o uso de softwares para auxílio educacional em cursos de Engenharia Civil no Brasil.

Um MSL é um tipo de Revisão Sistemática, onde se realiza uma revisão ampla dos estudos, buscando identificar as evidências disponíveis, bem como identificar lacunas e áreas para direcionar futuras revisões sistemáticas ou mais estudos primários (KITCHENHAM, 2004; PETERSEN et al., 2008).

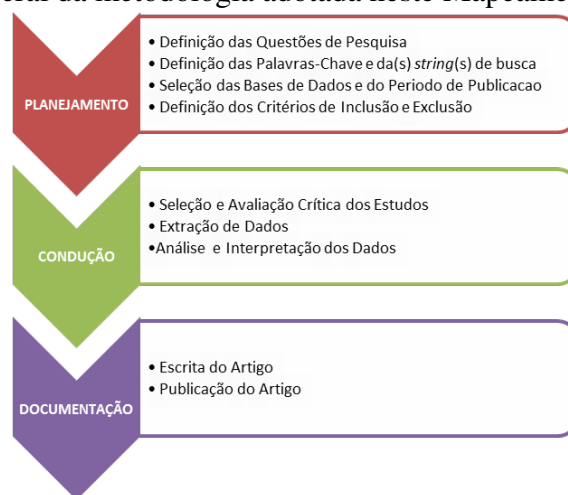


O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, são apresentadas detalhadamente as fases deste MSL. Na Seção 3, a partir dos resultados obtidos na condução do mapeamento, são reveladas as respostas para as questões de pesquisa. Por fim, a Seção 4 traz as considerações finais deste trabalho.

2. METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar, catalogar e avaliar os estudos científicos que tratam sobre o uso de softwares para auxílio educacional em cursos de Engenharia Civil no Brasil, foi realizado um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL). A realização deste MSL foi baseada na metodologia exposta por Kitchenham e Charters (2007) e está dividida em três fases: Fase 1 – Planejamento; Fase 2 – Condução; Fase 3 – Documentação.

Figura 1 – Visão geral da metodologia adotada neste Mapeamento Sistemático.



2.1. Planejamento do mapeamento sistemático

Esta seção expõe a Fase 1 (Planejamento) do MSL realizado neste trabalho, de acordo com o modelo proposto por Kitchenham e Charters (2007).

No intuito de nortear a realização do presente trabalho, foram definidas 4 (quatro) questões de pesquisa. Tais perguntas estão contidas na Tabela 1 acompanhadas de um código por meio do qual serão referências no decorrer deste artigo.

Tabela 1 – Questões de pesquisa para o mapeamento sistemático.

REF	Questão de Pesquisa
QP1	Quais softwares têm sido utilizados no ensino de Engenharia Civil no Brasil?
QP2	Em quais temas/disciplinas dos cursos de Engenharia Civil o uso dos softwares é mais frequente?
QP3	Quais tipos de interfaces ou tecnologias de interação usuário-computador são usadas nos softwares identificados na QP1?
QP4	Quais as principais plataformas para as quais os softwares identificados na QP1 têm sido desenvolvidos?

Definição das palavras-chave

A partir da questão QP1, as palavras-chave deste MSL foram definidas e são destacadas a seguir:

Organização



UDESC
 UNIVERSIDADE
 DO ESTADO DE
 SANTA CATARINA



Promoção





Quais **softwares** têm sido utilizados no **ensino** de **Engenharia Civil** no Brasil?

Ou seja: “*software*”, “*ensino*”, “*engenharia civil*”

Definição das string de busca

Com base nas palavras-chave anteriormente expostas, a *string* de busca pôde então ser definida. Para tal, conforme Tabela 2, foram utilizados operadores lógicos *OR* e *AND* para combinar os termos das palavras-chave com alguns sinônimos e expressões relacionadas com o tema, bem como variações (plural e singular).

Tabela 2 – Palavras-chave e *substrings* correspondentes.

Palavra-Chave	Substring Relacionada
software	software OR ferramenta OR aplicativo OR jogo OR game OR “aplicação computacional” OR computador OR virtual OR sistema
ensino	ensino OR aprendizagem OR educação OR educacional
engenharia civil	engenharia civil

String resultante:

(software *OR* ferramenta *OR* aplicativo *OR* jogo *OR* game *OR* “aplicação computacional” *OR* computador *OR* virtual *OR* sistema) *AND* (ensino *OR* aprendizagem *OR* educação *OR* educacional) *AND* (“engenharia civil”)

Seleção das bases de dados

Com o propósito de encontrar os trabalhos mais relacionados com o tema deste MSL, foram realizadas buscas nas bases de dados contidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Bases de dados selecionadas para o MSL.

Base de Dados	Link
Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE	abenge.org.br/cobenges-anteriores/
Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE	www.br-ie.org/pub/index.php/rbie
Revista de Ensino de Engenharia - REE	www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/index
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE	www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/archive

Período de publicação

Não houve delimitação de intervalo de tempo nas buscas deste MSL. As buscas corresponderam à disponibilidade e/ou tempo de existência de cada evento ou periódico, abrangendo todas as publicações acessíveis.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram adotados os seguintes critérios para inclusão das publicações no arcabouço analisado:

CI-1: Os trabalhos devem versar sobre uso de softwares para auxílio educacional em cursos de Engenharia Civil no Brasil, apresentando relatos de experiências em ensino-aprendizagem com os softwares, ou sugestões de uso de softwares para áreas da Engenharia Civil, ou propostas de softwares.

CI-2: Os trabalhos devem estar escritos em português ou inglês;

Organização



UDESC
 UNIVERSIDADE
 DO ESTADO DE
 SANTA CATARINA



Promoção





CI-3: A versão completa deve estar disponível para download.

Como critério de exclusão, além da negação ou complementação dos critérios de inclusão, foi definido:

CE-1: Estudos duplicados (inclusão apenas do mais completo).

2.2. Condução do mapeamento sistemático

Uma vez definido o Planejamento do MSL, procedeu-se à execução (Condução) propriamente dita. Esta fase foi composta por três etapas: 1 - Seleção e Avaliação Crítica dos Estudos; 2 – Extração dos Dados; 3 – Análise e Interpretação dos Dados. A seguir são detalhadas as etapas 1 e 2 visto que a terceira se demonstra nos desdobramentos da Seção 3 (Resultados).

Seleção e avaliação crítica dos estudos

Os estudos que compuseram o arcabouço analisado neste MSL foram classificados em cinco conjuntos no decorrer de três etapas que atuaram como filtros consecutivos, conforme descrito a seguir:

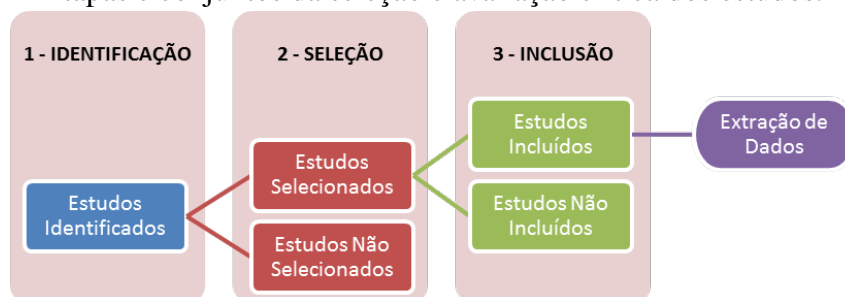
Etapla 1 – Identificação: Na intenção de identificar os estudos que possuísem potencial relação com o tema, foram executadas buscas nas bases de dados com a utilização da *string* definida para o trabalho (vide subseção 2.1). Desta etapa resultou o conjunto que aqui denominamos Estudos identificados, do qual se registrou apenas a quantidade de itens.

Etapla 2 – Seleção: Realizou-se então leitura do título, resumo e palavras-chave dos estudos identificados na etapa anterior, analisando quais atendiam previamente os critérios estabelecidos na subseção 2.1. Como resultado, obtivemos dois conjuntos: Estudos Seleccionados e Estudos Não Seleccionados (registrada apenas a quantidade de itens).

Etapla 3 – Inclusão: Nesta etapa, foi realizada leitura minuciosa do texto integral dos trabalhos selecionados anteriormente e reaplicados os critérios de inclusão/exclusão. Como consequência, foram compostos os dois últimos conjuntos: Estudos Incluídos (de onde foi realizada a extração dos dados) e Estudos Excluídos.

A Figura 2 ilustra as etapas aqui expostas.

Figura 2 – Etapas e conjuntos da seleção e avaliação crítica dos estudos.



Extração dos dados

Por fim, procedeu-se à extração dos dados dos Estudos Incluídos. Estes dados foram armazenados em uma planilha possibilitando posterior análise e interpretação.



3. RESULTADOS

As buscas realizadas nas bases escolhidas resultaram num conjunto final composto de 62 trabalhos acadêmicos (Estudos Incluídos). Este conjunto foi analisado para obtenção das respostas às questões de pesquisa elencadas na Tabela 1. Os 62 trabalhos foram escritos por 154 autores de diversas instituições, os quais utilizaram 174 palavras-chave descritoras.

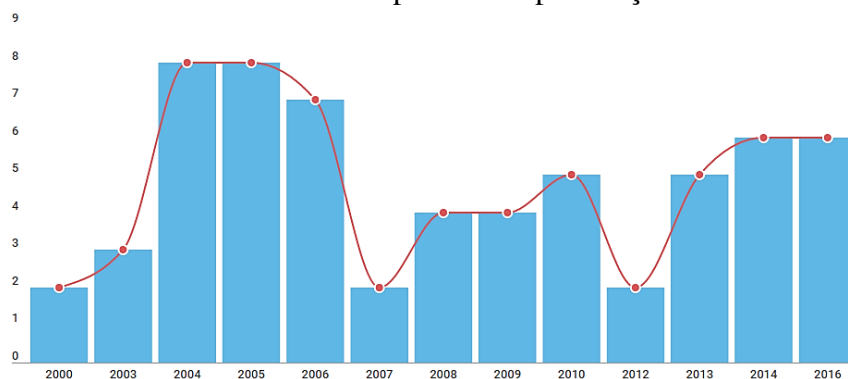
Para simplificação do texto, no decorrer deste trabalho utilizaremos apenas ID's (exemplo: E15) para cada estudo incluído. A lista com todos os ID's encontra-se disponível em <https://goo.gl/VBVmYR>. A Tabela 4 apresenta uma visão detalhada da filtragem dos estudos a cada etapa da Seleção e Avaliação Crítica dos Estudos.

Tabela 4 – Total de estudos por etapa da Seleção e Avaliação Crítica.

Base	Seleção e Avaliação Crítica			Estudos Incluídos
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	
COBENGE	61	57	55	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E23, E24, E25, E26, E27, E29, E30, E32, E33, E34, E35, E36, E37, E39, E41, E42, E43, E44, E45, E46, E47, E48, E49, E50, E51, E52, E53, E54, E55, E56, E58, E59, E60, E61, E62
RBIE	0	0	0	-
REE	5	5	5	E22, E28, E38, E40, E57
SBIE	3	2	2	E11, E31
Total	69	64	62	

A Figura 3 apresenta a distribuição temporal dos 62 trabalhos incluídos. Foi verificado que a quantidade de trabalhos publicados sobre o tema oscilou entre dois e oito por ano, sendo que, nos anos de 2001, 2002, 2011 e 2015 nenhum estudo foi publicado. Foi ainda constatado que os primeiros estudos publicados nas fontes adotadas datam do ano de 2000 (E15, E36) e o período com maior número de publicações se deu entre 2004 e 2006 (37%).

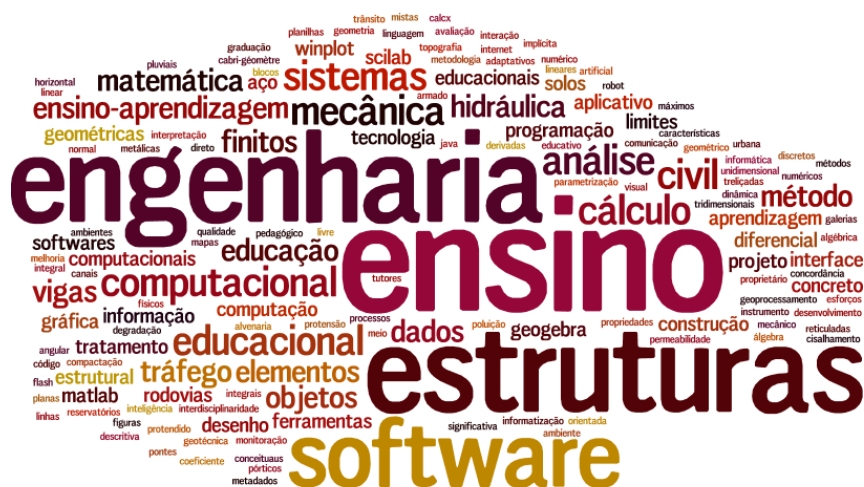
Figura 3 – Estudos incluídos no MSL por ano de publicação.



Com o objetivo de verificar a recorrência de termos utilizados pelos autores nas palavras-chave (*keywords*), foi gerado um gráfico do tipo *wordcloud* ou *tagcloud* (Figura 4). Nesse tipo de gráfico, a quantidade de vezes que uma palavra se repete no conjunto (frequência) determinará o tamanho dessa mesma palavra na visualização.



Figura 4 – Palavras mais frequentes dentre as *keywords* dos trabalhos.



Cabe ainda mencionar que 39% dos estudos traziam propostas de software, ou seja, ferramentas desenvolvidas pelos próprios autores para ensino de componentes curriculares específicos.

3.1. QP1 – Quais softwares têm sido utilizados no ensino de Engenharia Civil no Brasil?

Nos estudos investigados neste MSL foram identificados 55 softwares que têm sido utilizados no ensino de Engenharia Civil no Brasil. A Tabela 5 apresenta os mais frequentes.

A lista completa dos softwares catalogados encontra-se disponível online no endereço <https://goo.gl/VBVmYR>.

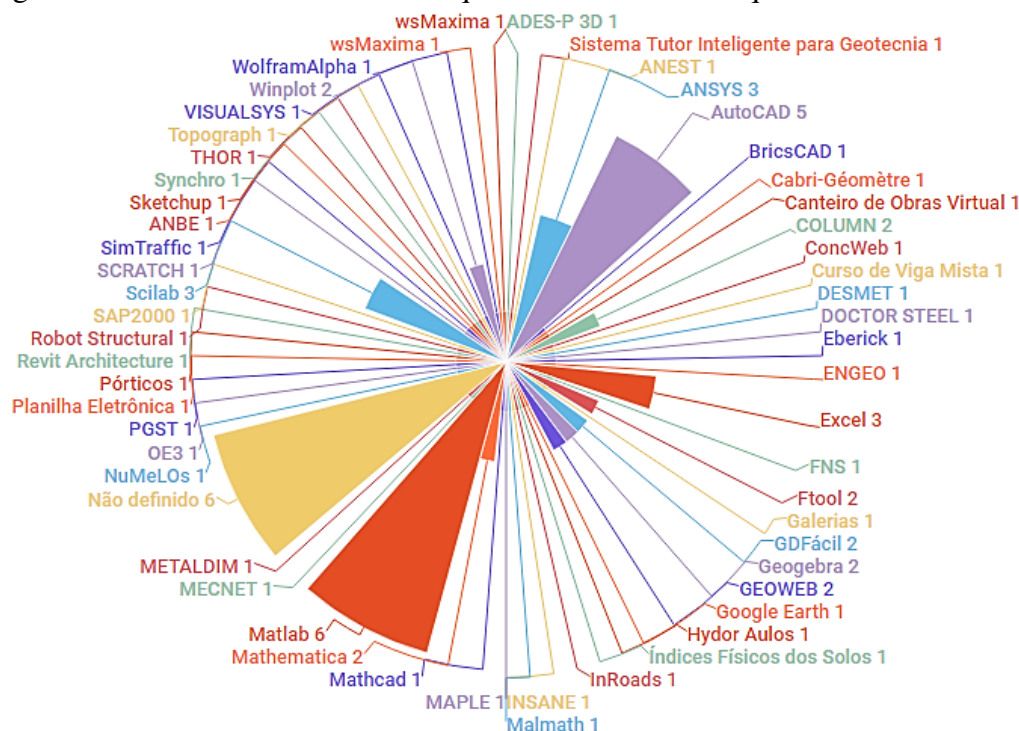
Tabela 5 – Softwares mais frequentes nos trabalhos analisados.

Nome da Ferramenta	Estudos
Matlab	E18, E43, E45, E46, E49, E8
Excel	E17, E23, E50
Scilab	E27, E62, E8
Ftool	E17, E52
GDFácil	E42, E51
Geogebra	E39, E40
GEOWEB	E25, E47
Mathematica	E53, E59
Winplot	E13, E44

Na Figura 5 é possível observar quantos estudos abordam cada uma das 55 ferramentas catalogadas.



Figura 5 – Softwares identificados e quantidade de estudos que os abordam.



3.2. QP2 – Em quais temas/disciplinas dos cursos de Engenharia Civil o uso dos softwares é mais frequente?

Analisando os dados da tabela de extração, foram constatadas que as áreas (temas ou disciplinas) da Engenharia Civil nas quais softwares identificados foram mais utilizados são: Cálculo; Estruturas; Estruturas Metálicas; Geotecnia; Mecânica dos Solos; Análise de Estruturas; Desenho Técnico.

Ressalta-se que a denominação dos temas é baseada nos termos utilizados pelos autores em seus trabalhos, dessa maneira alguns itens podem ser subtópicos de outros na lista.

A Figura 6 nos proporciona uma visão completa e mais intuitiva a respeito da QP2.

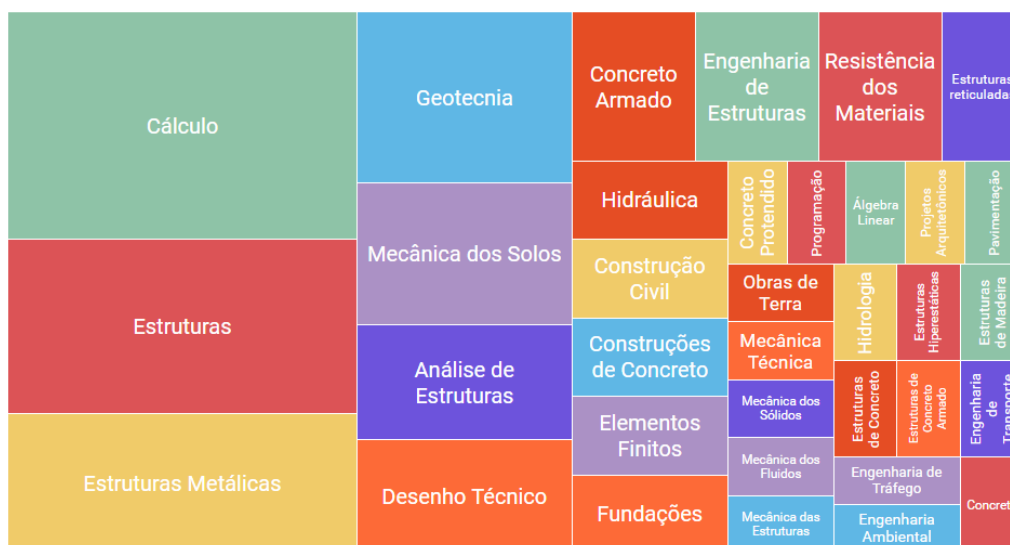
3.3. QP3 – Quais tipos de interface ou tecnologia de interação usuário-computador são usadas nos softwares identificados na QP1?

Visto que a interface é um fator de grande impacto na eficácia dos softwares (especialmente naqueles utilizados em ambientes educacionais), este MSL examinou as tecnologias de interação utilizadas nos softwares estudados.

Foi constatado que 50% dos softwares utilizaram Interface Gráfica do Usuário (GUI - *Graphical User Interface*) 2D, a qual faz uso de imagens e outros elementos bidimensionais em adição ao texto para representação das informações e ações disponíveis ao usuário. Em 45% dos softwares é utilizada GUI mista (2D e 3D). Apenas em dois estudos (E3 e E4) foi observado uso exclusivo de GUI 3D.



Figura 6 – Disciplinas ou temas de Engenharia Civil abordados nos softwares identificados.



3.4. QP4 – Quais as plataformas dos softwares identificados na QP1?

Com relação às plataformas, foi observado que houve predominância de softwares desenvolvidos para *desktop* (87%), seguidos daqueles para ambiente *web* (E22, E25, E28, E31, E36, E47, E54). Dos trabalhos incluídos na pesquisa, apenas o estudo E60 relatava o uso ferramentas em ambiente *mobile* (celulares, *smartphones*, etc).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O MSL apresentado neste trabalho foi conduzido conforme o exposto na Seção 2, tendo por base a metodologia de uma Revisão Sistemática, com a intenção de ser uma revisão formal, rigorosa e confiável, mostrando-se adequado para a obtenção de estudos relevantes, gerando dados necessários para responder às questões de pesquisa.

De maneira geral, os diversos ramos da engenharia fazem uso constante das ferramentas computacionais. Com a Engenharia Civil não é diferente e, em especial, na formação dos novos engenheiros, é fundamental a utilização ampla e bem fundamentada.

Evidenciou-se que apesar de relativamente baixo, o número de publicações trazendo relatos de utilização de software no ensino de Engenharia Civil ou ainda desenvolvimento de aplicações computacionais com tal propósito se manteve constante durante o período analisado. Um dos aspectos identificados neste MSL foi que tecnologias como realidade virtual e realidade aumentada ainda são pouco utilizadas no âmbito nacional dos softwares ou propostas de softwares para ensino do Engenharia Civil. Outra carência detectada foi o baixo de número de estudos relatando experiências com dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*).

Almeja-se que os resultados apresentados nessa pesquisa forneçam uma visão abrangente acerca do tema, expondo ainda possibilidades de uso e de desenvolvimento de novas ferramentas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOMINICINI, W. K.; COELHO, L. H. Desenvolvimento de Software Educacional para Análise e Dimensionamento de Estruturas em Concreto Protendido. In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. [s.n.], 2014. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/129002.pdf>.
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Durham, 2007. Disponível em: https://www.cs.auckland.ac.nz/~mria007/Sulayman/Systematic_reviews_5_8.pdf.
- LAGOS, P. S. Ingeniería de Software Educativo, Teorías y Metodologías que la Sustentan. *Revista Ingeniería Informática*, n. 6, 2000.
- MODLER, L. E. A.; FEIL, M. S. Características, Possibilidades e Limitações de um Software como Ferramenta de Apoio para o Ensino das Disciplinas de Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ. In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. [s.n.], 2003. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/EIT615.pdf>.
- ORMONDE, P. C. et al. *Software Educacional Livre para Análise Não Linear de Pórticos Planos em Estruturas Metálicas*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4687/5600.pdf>.
- PETERSEN, K. et al. Systematic Mapping Studies in Software Engineering. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. Swindon, UK: BCS Learning & Development Ltd., 2008. (EASE'08), p. 68–77. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227115.2227123>.
- SILVA, J. G. S. d. et al. Uma Nova Concepção para o Ensino de Estruturas de Aço na FEN/UERJ. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 24, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/view/24>.

USE OF SOFTWARES FOR EDUCATIONAL AID IN CIVIL ENGINEERING COURSES IN BRAZIL: A SYSTEMATIC MAPPING

Resumo: In recent decades, Civil Engineering has evolved a lot, especially in relation to the use of information technology. In the educational field it is possible to observe an expressive number of software for teaching in this area. From this perspective we aim to perform a Systematic Literature Mapping (SLM) on the use of softwares for educational

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





aid in Civil Engineering courses in Brazil. With the intention of being a formal, rigorous and reliable review, the implementation of the MSL was based on the methodology of Systematic Reviews, which proved adequate to obtain relevant studies and generation of data necessary to answer the established research questions. We used the databases of the Brazilian Congress of Engineering Education, Brazilian Journal of Informatics in Education, Engineering Teaching Journal and Brazilian Symposium on Informatics in Education. A total of 69 scientific papers were found, of which 62 were included in the SLM. The total number of authors was 154. In these studies, 55 different software were identified and the most recurrent were Matlab, Excel, Scilab, Ftool, GDFácil, Geogebra, GEOWEB, Mathematica and Winplot. The main application areas of the software were: Calculation; Structures; Metallic structures; Geotechnics; Soil Mechanics; Analysis of Structures and Technical Design. Among the identified tools there were predominance of those for desktop (87 %) with GUI 2D interface (50 %).

Palavras-chave: Civil Engineering, Teaching, Systematic Mapping, Softwares.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Promoção



ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia