

16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

Desenvolvimento do módulo de seleção semiautomática de estudos na ferramenta StArt versão Web

Henrique S. Kato¹, Fábio R. Octaviano²

¹ Estudante do Curso Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus São Carlos

² Docente, IFSP, Campus São Carlos

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.02-2 Engenharia de Software

RESUMO: Revisão Sistemática (RS) e Mapeamento Sistemático (MS) são tipos de estudos secundários muito aplicados por pesquisadores na área da Computação, sobretudo em Engenharia de Software. RS e MS possuem fases bem definidas, sendo que uma das atividades que exige bastante esforço é a seleção inicial de estudos com base no título, resumo e palavras-chave. Como o processo todo é muito trabalhoso, sua execução pode ser melhorada e facilitada quando suportada por uma ferramenta computacional. Assim, surgiu em 2010 a ferramenta StArt (State of the Art through Systematic Review). Ao todo, já foram feitos mais de quatro mil downloads da ferramenta por pesquisadores de vários países. Uma versão Web da ferramenta StArt está em desenvolvimento pelo IFSP São Carlos em parceria com outras instituições (UnB, UFSCar e UTFPR) para se conduzir uma RS ou MS colaborativamente de maneira mais simples e com maior usabilidade. A proposta deste projeto é o desenvolvimento de um módulo que implemente a estratégia de seleção semiautomática de estudos (SCAS-AI) na versão Web da StArt em desenvolvimento. Com isso, pretende-se auxiliar e acelerar a execução da atividade de seleção inicial de estudos, agregando funcionalidade à ferramenta StArt e, conseqüentemente, dando visibilidade ao IFSP como parceiro do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: ferramenta StArt; revisão sistemática; mapeamento sistemático; seleção de estudos; estratégia SCAS-AI

Development of the semi-automated study selection module in the start web version tool

ABSTRACT: Systematic Review (SR) and Systematic Mapping (SM) are types of secondary studies widely adopted in the field of Computing, especially in Software Engineering. Both methods follow well-defined steps, and one of the most labor-intensive phases is the initial selection of studies based on titles, abstracts, and keywords. As this process is highly demanding, it can be improved with the support of computational tools. To address this need, the StArt tool (State of the Art through Systematic Review) was developed in 2010. Since then, it has been downloaded more than four thousand times by researchers from various countries. Currently, a web-based version of StArt is being developed by IFSP São Carlos, in collaboration with UnB, UFSCar, and UTFPR, to simplify and support the collaborative execution of SR and SM. This project aims to develop a module that integrates the SCAS-AI (Semi-automatic Study Selection Strategy based on Artificial Intelligence) into the web version of StArt. The objective is to assist and speed up the initial selection of studies, enhance the functionality of the tool, and promote the visibility of IFSP as an active partner in the project.

KEYWORDS: StArt tool; systematic review; systematic mapping; study selection; SCAS-AI strategy

INTRODUÇÃO

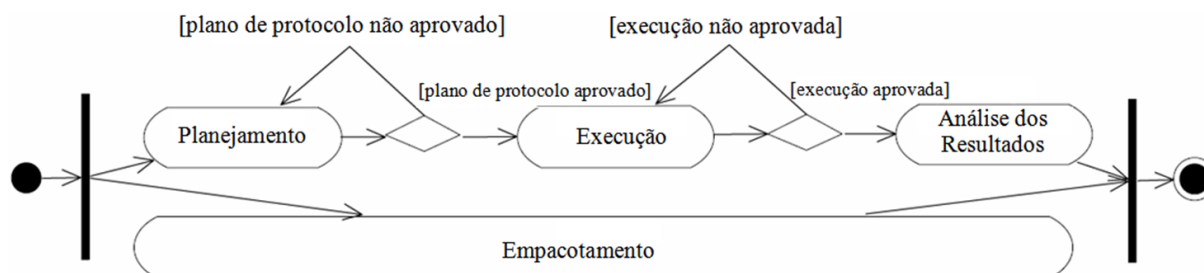
Kitchenham, Dybå e Jørgensen (2004) afirmam que o objetivo da Engenharia de Software Baseada em Evidência (ESBE) deve ser o de fornecer meios pelos quais as melhores evidências de pesquisa possam ser integradas com a experiência prática e valores humanos no processo de tomada de decisões referente ao desenvolvimento e manutenção de software. Esse termo (ESBE) é proveniente do termo Medicina Baseada em Evidência (MBE), adaptando a sua aplicação na área médica para a área de Engenharia de Software, mas mantendo suas principais características.

Na ESBE, as necessidades referentes a um tópico de pesquisa devem ser detectadas e transformadas em questões de pesquisa. Dessa forma, faz-se necessária a busca para o maior conjunto possível de evidências para responder às questões formuladas. Jedlitschka e Ciolkowski (2004) afirmam que evidências têm por objetivo permitir que conclusões sobre um determinado tópico possam ser generalizadas, com base em um conjunto de estudos relevantes sobre o tópico de pesquisa.

Estudos secundários são métodos existentes para obtenção de evidências em ESBE. Por meio deles são realizados levantamentos bibliográficos seguindo uma forma criteriosa de execução e seguindo diretrizes preestabelecidas.

Revisão Sistemática (RS) e Mapeamento Sistemático (MS) são tipos de estudos secundários muito aplicados por pesquisadores na área da Computação, sobretudo em Engenharia de Software (KITCHENHAM, B.; CHARTERS, 2007). RS e MS possuem três fases bem definidas: planejamento, execução e análise de resultados, conforme exibido na Figura 1.

FIGURA 1. Fases de um estudo secundário.



Na primeira fase, os revisores devem identificar a necessidade de uma revisão e criar um protocolo, contendo informações importantes sobre o estudo secundário, como as perguntas da pesquisa, as palavras-chave, a sequência de pesquisa e os campos do formulário de extração. Na segunda fase, a identificação e a seleção de estudos primários relevantes, a extração de dados e a síntese de dados devem ser executadas. Finalmente, na terceira fase, os resultados obtidos devem ser resumidos e relatados às comunidades interessadas por meio de relatórios técnicos ou artigos científicos. Uma das atividades que exige bastante esforço na fase de execução é a seleção inicial de estudos com base no título, resumo e palavras-chave (FELIZARDO, K. et al., 2017).

Como o processo todo é muito trabalhoso, sua execução pode ser melhorada e facilitada quando suportada por uma ferramenta computacional. Assim, surgiu em 2010 a ferramenta StArt (State of the Art through Systematic Review) (FABBRI, S. et al., 2016). Ao todo, já foram feitos mais de quatro mil downloads da ferramenta por pesquisadores de vários países. Uma versão Web da ferramenta StArt está em desenvolvimento pelo IFSP São Carlos em parceria com outras instituições - Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dentre os objetivos de desenvolver uma versão Web, estão tornar a ferramenta com uma interface mais moderna e, sobretudo, permitir a condução de uma RS ou de um MS de forma colaborativa entre múltiplos pesquisadores, de uma maneira mais simples e com maior usabilidade do que a versão Desktop atual.

A proposta deste projeto é o desenvolvimento de um módulo que implemente a estratégia de seleção semiautomática de estudos SCAS-AI (OCTAVIANO et al., 2022) na versão Web da ferramenta StArt em desenvolvimento. Com isso, pretende-se auxiliar e acelerar a execução da

atividade de seleção inicial de estudos, agregando funcionalidade à ferramenta StArt e, consequentemente, dando visibilidade ao IFSP como parceiro do projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente, houve um estudo aprofundado sobre estudos secundários por meio da leitura do trabalho apresentado por Octaviano et al (2022). Com isso, foi possível conhecer as etapas de uma revisão sistemática da literatura e de um mapeamento sistemático, bem como as suas diferenças. O enfoque principal foi na atividade de seleção de estudos primários, realizada com base em seus títulos, *abstracts* e *keywords*, além do aprendizado da estratégia SCAS-AI para seleção semiautomática de estudos primários. Conceitos fundamentais como as funcionalidades *score* e coeficiente de citação foram devidamente compreendidas, uma vez que servem como base da estratégia SCAS-AI.

Em seguida, foram estudadas as funcionalidades da ferramenta StArt em sua versão Desktop, com o acompanhamento do orientador deste projeto. A versão Desktop apresenta uma implementação da estratégia SCAS original, que era baseada apenas na funcionalidade *score* e se um estudo primário havia sido citado ou não pelos demais estudos primários da revisão sistemática. Não havia as melhorias propostas na estratégia SCAS-AI, com a adoção de recursos de lógica Fuzzy e algoritmos genéticos. Nessa versão, ao executar a estratégia SCAS, a sugestão de um quadrante aparecia para cada estudo primário, sugerindo uma classificação automática de inclusão ou exclusão, ou ainda uma revisão manual do estudo, conforme apresentado em Octaviano et al (2022).

Posteriormente, o aluno aprendeu a linguagem de programação Kotlin, estudando a documentação on-line da linguagem e assistindo a vídeos explicando os seus conceitos e utilização. Essa linguagem é a que está sendo utilizada para o desenvolvimento da ferramenta StArt em sua versão Web. Com esse conhecimento, foi possível desenvolver o módulo de implementação da estratégia SCAS-AI a partir das regras descritas em Octaviano et al (2022).

Após o estudo da linguagem Kotlin, foram estudadas a arquitetura de desenvolvimento da versão Web da ferramenta e das interfaces requeridas para integração do módulo SCAS-AI com a StArt. O entendimento dos *end-points* implementados na ferramenta para comunicação externa foi vital para tornar possível a integração do módulo desenvolvido neste projeto de pesquisa com a ferramenta StArt em desenvolvimento. De forma simplificada, o módulo da SCAS-AI recebe informações (id, *score*, número de citações e ano de publicação) dos estudos primários de uma revisão ou mapeamento sistemático feito na StArt, faz o processamento da estratégia e retorna para a ferramenta o status de inclusão automática, exclusão automática ou revisão manual sugerido para cada estudo primário, conforme estratégia descrita por Octaviano et al (2022).

Depois disso, foram realizados testes para avaliar a correspondência entre as classificações automáticas de inclusão e exclusão de estudos obtidas pela execução do módulo SCAS-AI desenvolvido e as classificações de inclusão e exclusão de estudos realizadas manualmente por especialistas. Os dados de três revisões sistemáticas foram utilizados para os testes, sempre comparando as classificações realizadas pela estratégia SCAS-AI implementada com as classificações manuais realizadas pelos especialistas que conduziram essas RSs. Pequenos ajustes de parâmetros foram necessários até a obtenção de resultados satisfatórios, sobretudo em relação aos estudos sugeridos para serem incluídos ou excluídos automaticamente, de acordo com os dados apresentados por Octaviano et al (2022).

Com o módulo desenvolvido e devidamente testado, foi realizada finalmente a integração com a ferramenta StArt Web, o que permitirá a usuários da StArt classificar estudos de uma RS ou MS de forma automática, seguindo as regras definidas pela SCAS-AI em Octaviano et al (2022). Atualmente, uma interface está sendo implementada na versão Web da ferramenta para que pesquisadores possam executar a estratégia SCAS-AI na StArt.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como contribuição principal deste trabalho temos o desenvolvimento do módulo que implementa a estratégia de seleção semiautomática de estudos SCAS-AI. O módulo foi integrado à ferramenta StArt e, em breve, poderá ser utilizado por pesquisadores de todo o mundo. A versão Web da ferramenta StArt está em desenvolvimento e será disponibilizada em um futuro próximo.

Para avaliar a qualidade da estratégia SCAS-AI implementada, dados de três revisões sistemáticas publicadas na literatura foram utilizados a fim de compararmos as classificações manuais feitas pelos especialistas (pesquisadores que conduziram as RSs) com as classificações automáticas sugeridas pela estratégia SCAS-AI. As classificações manuais consistem nas decisões finais tomadas pelos pesquisadores que conduziram as suas respectivas RSs, optando por incluir ou excluir os estudos primários, isto é, considerá-los como relevantes ou não para o contexto do tópico de pesquisa da RS a fim de responder às questões de pesquisa referentes a esse tópico. Já as classificações automáticas consistem no status atribuídos aos estudos conforme regras definidas por Octaviano et al (2022), classificando-os como incluídos automaticamente, excluídos automaticamente ou revisão manual.

Na comparação das classificações realizadas pelos especialistas com as sugeridas pela estratégia SCAS-AI implementada no módulo, notou-se resultados satisfatórios e condizentes, com pouquíssimas divergências de classificações, conforme dados apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Número de classificações divergentes em relação às classificações de especialistas

	Total de artigos	Falso positivos	Falso negativos
RS 1	97	0	4
RS 2	264	4	3
RS 3	289	6	0

No contexto deste trabalho, entende-se como falso positivo quando há uma divergência de classificação em que a estratégia SCAS-AI sugere a inclusão automática do estudo, porém esse estudo foi excluído pelo especialista na RS, não sendo relevante para o contexto da pesquisa. Apesar dessa divergência, o estudo ainda passaria por uma segunda revisão - conforme estratégia de execução de uma revisão sistemática - e seria necessária a leitura do texto completo. Muito provavelmente esse estudo acabaria excluído nessa segunda etapa de seleção. Entende-se como falso negativo quando há uma divergência de classificação em que a estratégia SCAS-AI sugere a exclusão automática do estudo, porém esse estudo foi incluído pelo especialista na RS, sendo relevante para o contexto da pesquisa. Esse cenário sim é ruim, uma vez que o estudo primário seria descartado inicialmente, nem chegando à etapa de leitura do seu texto completo.

Avaliando os resultados obtidos, embora haja alguns falsos positivos e alguns falsos negativos, a estratégia SCAS-AI implementada pode contribuir bastante na etapa de seleção inicial de estudos primários em estudos secundários, sobretudo quando o número de estudos primários a serem classificados é muito elevado. O ganho de tempo obtido compensa de alguma maneira algumas poucas perdas de evidências referentes a um tópico de pesquisa.

CONCLUSÕES

O estudo inicial sobre os conceitos e condução de estudos secundários (revisão e mapeamento sistemático) serviu como base para todo o restante deste projeto de pesquisa, dando um bom conhecimento sobre essas metodologias de pesquisa muito utilizadas e completas. A aprendizagem de todo o processo de execução de um estudo secundário por si só já traz um enorme enriquecimento para a formação e futuras conduções de pesquisas por parte dos autores.

O estudo da versão Desktop atual da ferramenta StArt fez com que houvesse o entendimento da aplicação, na prática, de todo o processo de condução de um estudo secundário com o apoio de uma ferramenta de suporte, em especial as atividades de definição do protocolo e a etapa de seleção inicial de estudos primários. Pesquisadores costumam adotar ferramentas de apoio à condução de estudos secundários devido à complexidade de sua execução e à necessidade de armazenamento de dados referentes ao protocolo e aos estudos primários envolvidos.

O estudo realizado sobre a estratégia semiautomática para seleção inicial de estudos SCAS-AI e o entendimento de suas regras e aplicação permitiu a compreensão do que deveria ser implementado no módulo e o que seria necessário em relação à interface requerida para integração do módulo

SCAS-AI à ferramenta StArt Web. A integração entre uma ferramenta em desenvolvimento e um módulo desenvolvido, com a utilização de end-points e interfaces, foi de grande aprendizado também, já que é uma prática muito comum no mundo do trabalho que envolve tecnologia da informação. O estudo e domínio da linguagem Kotlin também foi importante para o processo de formação.

Por fim, o módulo SCAS foi implementado e integrado à ferramenta StArt Web, permitirá que pesquisadores possam classificar estudos primários de forma semiautomática na ferramenta, classificando-os como incluídos ou excluídos, ou ainda como revisão manual por parte do pesquisador. Ainda, caso um pesquisador não queira utilizar as classificações sugeridas pela estratégia SCAS-AI de forma definitiva em sua pesquisa, as suas sugestões de classificação podem atuar como sendo a opinião de um outro revisor, a fim de comparar as classificações manuais feitas pelo usuário da ferramenta com as sugeridas pela SCAS-AI, com o intuito de tomar uma decisão final em relação a cada estudo primário.

Como trabalho futuro, o módulo pode ser ainda mais bem testado ao ser executado com novas revisões sistemáticas da literatura na ferramenta StArt Web. Será possível, assim, obter mais dados e comparações entre as recomendações da SCAS-AI e da análise manual de pesquisadores.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

H. S. K. desenvolveu um módulo para aplicação da estratégia SCAS-AI para ser incorporado à ferramenta StArt, com o auxílio e supervisão de F. R. O. Esse módulo permite que pesquisadores possam acelerar o processo de seleção de estudos em RS e MS.

Todos os autores trabalharam na análise dos dados para validação do módulo desenvolvido, contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP pelo apoio financeiro concedido a esta pesquisa. Agradecemos também à equipe do Programa de Educação Tutorial (PET) do IFSP São Carlos pelo compartilhamento de informações e integração do módulo à ferramenta StArt, atualmente em desenvolvimento pelo PET.

REFERÊNCIAS

BAILEY, J. et al. **Searchengine overlaps: do they agree or disagree?**. In: 2º INTERNATIONAL WORKSHOP ON REALISING EVIDENCE-BASED SOFTWARE ENGINEERING - REBSE, Minneapolis, USA, 2007. Anais [...]. IEEE 2007. p. 1–6. Doi: 0.1109/ICSECOMPANION.2007.6

DYBAR, T.; DINGSØYR, T.; HANSEN, G. K. **Applying systematic reviews to diverse study types: An experience report**. In: 1º INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EMPIRICAL SOFTWARE ENGINEERING AND MEASUREMENT – ESEM, Madri, SP. Anais [...]. IEEE Computer Society 2007. p. 225-234. Doi:10.1109/ESEM.2007.59

FABBRI, S. et al. Externalising tacit knowledge of the systematic review process. **IET Software**, v. 7, n. 6, p. 298-307, dezembro 2013. doi:10.1049/iet-sen.2013.0029

FABBRI, S. et al. **Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process**. In: 20th INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING – EASE, Limerick, IR, 2016. Anais [...]. New York: ACM 2016. Paper 21. Doi:10.1145/2915970.2916013

FELIZARDO, K. et al. **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software – teoria e prática**. 1ª ed. Elsevier, 2017, 144 p.

JEDLITSCHKA, A.; CIOLKOWSKI, M. **Towards evidence in software engineering.** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EMPIRICAL SOFTWARE ENGINEERING – ISESE, 2004. Anais [...]. Washigton: IEEE Computer Society 2004. p. 261-270.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering.** Keele University, Keele, UK, 2007.

KITCHENHAM, B. A.; DYBAR, T.; JØRGENSEN, M. **Evidence-based software engineering.** In: 26ª INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING – ICSE, Edinburgh, UK, 2004. Proceedings... Washington, US: IEEE Computer Society 2004. p. 273-281.

MAFRA, S. N., & TRAVASSOS, G. H. **Estudos Primários e Secundários Apoiando a Busca por Evidência em Engenharia de Software.** Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

OCTAVIANO et al. **SCAS-AI: A Strategy to Semi-Automate the Initial Selection Task in Systematic Literature Reviews.** In: 2022 48th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2022, Gran Canaria. Anais [...]. US: IEEE Computer Society, 2022. p. 483-490.

OCTAVIANO et al. **Using the SCAS strategy to perform the initial selection of studies in systematic reviews.** In: the 20th International Conference, 2016, Limerick. Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering - EASE '16. Anais[...]. New York: ACM Press, 2016. p. 1.

OSBORNE, F. et al. **Reducing the effort for systematic reviews in software engineering.** Data Science, vol. 2, p. 1–29, Agosto de 2019. Doi: arXiv:1908.06676

PETERSEN, K. et al. **Systematic mapping studies in software engineering.** 12º INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING – EASE, Bari, IT, 2008. Anais [...]. Electronic Workshops in Computing (eWiC) 2008. p. 68-77.