

Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Criatividade na Engenharia de Software

Autores omitidos para revisão

¹Instituições omitidas para revisão

E-mails omitidos para revisão

Abstract. *At different phases of software development, techniques that stimulate creativity can be applied to create creative and innovative solutions. In this sense, the present work aims to present the results obtained through a systematic literature review that identified which techniques and tools that stimulate creativity have been applied in software engineering, as well as identify how creative people have impacted the development of a software product. The results showed that the vast majority of research that addresses creativity in Software Engineering focuses on Requirements Engineering, with a lack of research exploring the other phases of software development. Additionally, creative people have been valued in the job market, although evaluating creativity is still a challenge.*

Resumo. *Nas diferentes fases do desenvolvimento de software, técnicas que estimulam a criatividade podem ser aplicadas para criar soluções criativas e inovadoras. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos através de uma revisão sistemática da literatura que identificou quais técnicas e ferramentas que estimulam a criatividade têm sido aplicadas na engenharia de software, além de identificar como pessoas criativas têm impactado no desenvolvimento de um produto de software. Os resultados demonstraram que a grande maioria das pesquisas que abordam a criatividade na Engenharia de Software concentram-se na Engenharia de Requisitos, havendo uma carência de pesquisas que explorem as demais fases do desenvolvimento de software. Adicionalmente, pessoas criativas têm sido valorizadas no mercado de trabalho, embora avaliar a criatividade ainda seja um desafio.*

1. Introdução

A criatividade é considerada uma habilidade subjetiva pelo fato de ser percebida e explorada em diversos aspectos. Muitos autores conceituam a criatividade levando em consideração aspectos visuais, pessoais, de produto, processo entre outros. O dicionário de Cambridge, citado por [Bobkowska 2015], define criatividade como “a capacidade de produzir novas ideias ou coisas usando habilidade e imaginação”. Para Richard Eric Snow, citado por [Monteiro Jr 2011], a “criatividade não é uma lâmpada na cabeça, como muitos desenhos animados a representam. É uma conquista nascida de intenso estudo, longa reflexão, persistência e interesse”.

A criatividade é uma habilidade bastante desejada no mercado de trabalho pois oferece um diferencial competitivo [Monteiro Jr 2011]. Cada vez mais as empresas estão dando preferência a pessoas que demonstram facilidade na elaboração de soluções de

maneira rápida [Spagna 2017]. Adicionalmente, diversas técnicas criativas podem ser utilizadas para explorar o pensamento criativo, como o *Brainstorming* e o *Method 635*, e gerar produtos novos, surpreendentes e valiosos.

A Engenharia de Software é considerada um processo criativo, porque lida com o desenvolvimento novos produtos e soluções. Para [Bobkowska 2015], a criatividade pode ser aplicada nos diferentes papéis no desenvolvimento de software. A criatividade do analista de negócio e do *GUI designer* se manifesta diretamente no produto. Já a criatividade do gerente de projetos pode ser aplicada em relação ao processo. Já o testador, o desenvolvedor e o arquiteto de sistema trabalham com recursos limitados e possuem espaço limitado para aplicar a criatividade.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados obtidos através de uma revisão sistemática da literatura que identificou quais técnicas e ferramentas que estimulam a criatividade têm sido utilizadas na engenharia de software, além de identificar como pessoas criativas têm impactado no desenvolvimento de produtos de software. O restante deste documento está organizado como segue. A seção 2 apresenta a análise dos resultados obtidos através da revisão sistemática, bem como o protocolo adotado para sua realização. A seção 3 traz as considerações finais deste trabalho.

2. Revisão Sistemática

A revisão sistemática da literatura adotou uma adaptação do protocolo de [Conforto et al. 2011], o qual é descrito na seção 2.1. Já a análise dos trabalhos encontrados é apresentada na seção 2.2.

2.1. Protocolo de Busca

A busca e análise dos resultados passaram por nove etapas, conforme o protocolo mostrado na Figura 1.

Inicialmente foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- Q1.** Quais técnicas e ferramentas existem para explorar a criatividade na Engenharia de Software?
- Q2.** Como pessoas criativas impactam no desenvolvimento de um produto de software?

Com base nas questões de pesquisa, foi definida a *String* de busca utilizando os seguintes termos: título (Criatividade) e resumo (“Engenharia de Software” ou “Ciência da Computação”). Como a Engenharia de Software é uma área relativamente nova, optou-se por incluir “Ciência da Computação” como termo de busca.

Para a realização das buscas foram definidas três bases de busca, sendo elas: *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE Explorer Library), *Association Computing Machinery* (ACM Machine Library) e a *SCOPUS*. Como cada uma das bases possuem uma sintaxe diferente a *String* teve que ser adaptada.

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) para selecionar os trabalhos:

- CI1.** artigos que falem de técnicas de criatividade ou ferramentas de criatividade aplicadas no ensino ou na prática da engenharia de software;

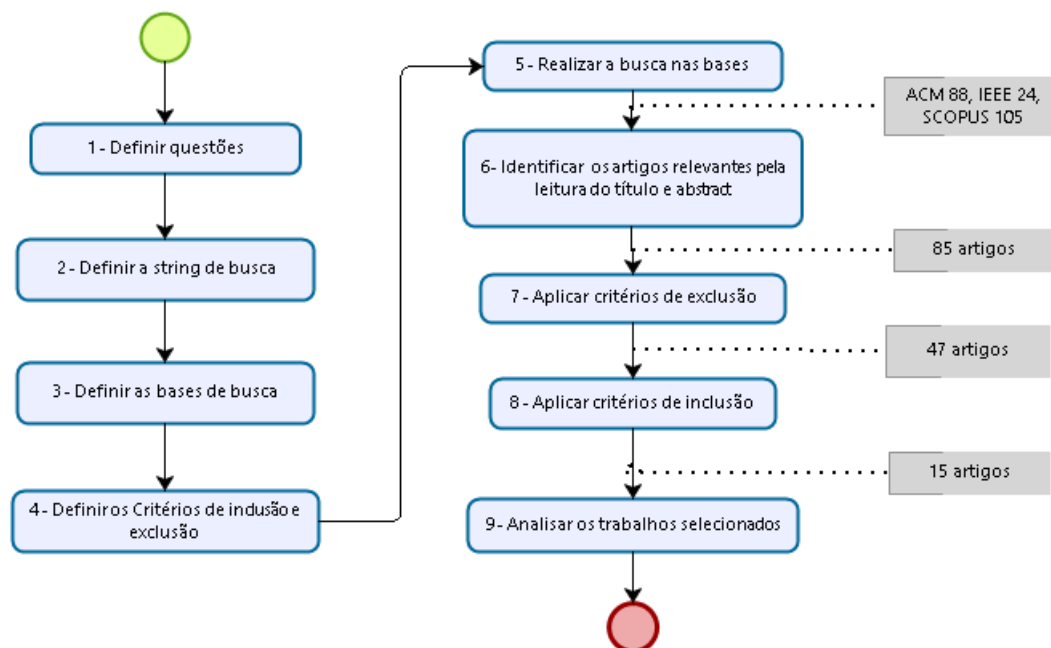


Figura 1. Protocolo adotado na revisão sistemática da literatura

CI2. artigos que falem sobre como pessoas criativas impactam na engenharia de software;

CE1. artigos que não estejam em inglês ou português;

CE2. artigos com 3 ou menos páginas;

CE3. artigos duplicados;

CE4. artigos que não possuem texto completo disponível.

Ao realizar a busca nas bases, foram encontrados 88 trabalhos na ACM, 24 na IEEE e 105 na SCOPUS. Então foi realizada a leitura do título e resumo dos trabalhos, a fim de identificar aqueles em que a criatividade era abordada no domínio da engenharia de software, resultando em 85 trabalhos. Posteriormente, os trabalhos foram lidos na íntegra, sendo aplicado os critérios de exclusão, o que resultou em 47 trabalhos. Por fim, os critérios de inclusão foram aplicados, selecionando os 15 trabalhos que foram analisados.

2.2. Análise

A Tabela 1 sintetiza as informações dos trabalhos selecionados, apresentando sua referência, a categoria do estudo, quais técnicas ou ferramentas são mostradas e se possui algum tipo de avaliação. As categorias Técnica e Ferramenta se referem a trabalhos que apresentam técnicas ou ferramentas que explorem criatividade, respectivamente. Trabalhos nessas duas categorias respondem a primeira questão de pesquisa (Q1). Já a categoria Pesquisa se refere a trabalhos que investigam sobre criatividade na Engenharia de Software e respondem a segunda questão de pesquisa (Q2).

Em relação às técnicas para explorar a criatividade, a técnica mais citada foi o *Brainstorming*, presente em 6 dos 7 trabalhos da categoria Técnica.

[Wanderley et al. 2012] e [Mohanani et al. 2017] propõem a utilização dos *Mind Maps* como técnica criativa e ágil para a modelagem de requisitos porque o uso de palavras chave auxilia na hora de pensar no problema. Já [Mohanani et al. 2017] e [Bobkowska 2015] citam *Creative Problem Solving* como um processo mental de procurar uma solução original para um problema que não tenha solução.

Segundo [Vieira et al. 2012], a criatividade é um fator importante na fase de Engenharia de Requisitos. Os autores exploraram as técnicas *Brainstorming*, *Method 635*, *Free Association* e *Provocation* por as considerarem de fácil aplicação e de grande potencial criativo. Já [Crawford et al. 2012] aplicaram as técnicas de cenários baseados em *Role-Playing* e *Storyboard* com o intuito de trazer mais criatividade para a elicitação dos requisitos de software, visto que essas técnicas abordam o problema do ponto de vista das partes interessadas.

Conforme [Mohanani et al. 2017], *Brainstorming*, *Idea Exploration* e *Crowdsourcing* são técnicas eficazes para explorar diversas ideias criativas, aumentando as chances de encontrar uma solução criativa. [Mohanani et al. 2017] também incentiva a utilização das técnicas *Unfamiliar Connection*, *Analogies* e *Transformational Approach* para encontrar soluções criativas através da exploração de elementos familiares ao cotidiano mas não convencionais na obtenção de soluções.

[Kwasnik 2014] e [Mohanani et al. 2017] discutem a aplicação de técnicas criativas em *Workshops*, visando relacionar a teoria sobre criatividade com a sua prática. Para [Mohanani et al. 2017], *Workshops* e a adoção de metodologias ágeis parecem promover a interação e a exploração de ideias. [Crawford et al. 2012] defendem que a metodologia *Extreme Programming* inclui aspectos centrais de um trabalho em equipe criativo e também relaciona as fases e os papéis nos processos de criatividade.

O estudo de [Göttel and Schild 2011] fala da aplicação de técnicas de criatividade para o desenvolvimento de jogos com aspectos de criatividade. Para isso enfatiza que o *Brainstorming* e a Prototipação em fases iniciais do desenvolvimento de software são muito importantes, já que é na elicitação de requisitos que surgem a maioria das ideias. Salienta a importância de ambientes criativos e lúdicos, especialmente no contexto de *design* de um jogo. Relata também que a abordagem ágil *Scrum* se mostrou bastante promissora por fornecer *Backlogs* que apoiam os alunos na gestão do fluxo de trabalho.

Conforme as pesquisas de [Engelman et al. 2017] e [McKlin et al. 2018], a ferramenta de aprendizado colaborativo Earsketch é utilizada para o ensino de programação por meio de remixagem de músicas. O uso da ferramenta para o ensino procura aumentar e ampliar a participação das pessoas na computação, criando experiências de aprendizagem envolventes e culturalmente relevantes se baseando na abordagem STEM. A abordagem STEM visa unir conhecimentos de áreas distintas em torno de algo que resolve o desafio proposto.

Segundo [Romeike 2007], a ferramenta Scratch permite a criação de animações, jogos e outras aplicações utilizando a linguagem de programação visual em blocos. Enfatiza que a ferramenta possui usabilidade e aparência intuitiva, e é utilizada em escolas de Ensino Médio e também em cursos de introdução de programação em universidades. Já [Amoussou et al. 2011] relatam a utilização da ferramenta *Lego Mindstormings* como plataforma para o desenvolvimento do projeto. A ideia era criar e estimular um ambiente

Tabela 1. Síntese dos trabalhos selecionados

Referência	Categoria	Quais técnicas ou ferramentas são mostradas?	Possui avaliação? se sim, qual?
[McKlin et al. 2018]	Ferramenta	Ambiente de aprendizado <i>Earsketch</i>	Pesquisa de opinião
[Mohanani et al. 2017]	Técnica	<i>Brainstorming, Sketching, Scenarios, Mind Maps, Idea exploration, Unfamiliar Connection, Analogies, Creative Problem Solving, Designing, Transformational Approach, Crowdsourcing</i>	Entrevistas
[Engelman et al. 2017]	Ferramenta	Ambiente de aprendizado <i>EarSketch</i>	Teste de conhecimento
[Zhou 2016]	Pesquisa	Nenhuma	Não
[Amin et al. 2015]	Pesquisa	Nenhuma	Não
[Bobkowska 2015]	Técnica	<i>Brainstorming, Creative Problem Solving, Divergent Thinking</i>	Não
[Kwasnik 2014]	Técnica	<i>Brainstorming, Method 635, Six Thinking Hats,</i>	Pesquisa de opinião
[Vieira et al. 2012]	Técnica	<i>Brainstorming, Free Association, Method 635, Provocation</i>	Entrevistas (GQM)
[Wanderley et al. 2012]	Técnica	<i>Mind maps</i>	Não
[Crawford et al. 2012]	Técnica	<i>Brainstorming</i> , Cenário baseado em <i>Role-Playing</i> e <i>Storyboard</i>	Não
[Amin et al. 2011]	Pesquisa	Nenhuma	Não
[Amoussou et al. 2011]	Pesquisa	Nenhuma	Entrevista
[Göttel and Schild 2011]	Técnica	<i>Brainstorming</i> , Prototipação	Pesquisa de opinião
[Apiola et al. 2010]	Ferramenta	<i>Lego mindstormings</i>	Entrevista
[Romeike 2007]	Ferramenta	<i>Scratch</i>	Não

de desenvolvimento e aprendizado criativo.

Em relação a como as pessoas criativas impactam nos produtos de software, a pesquisa de [Amin et al. 2011] ressalta a importância da diversidade de pessoas e do compartilhamento de conhecimento no desenvolvimento de software para o desenvolvimento de soluções mais interessantes. Segundo [Mohanani et al. 2017], as pesquisas de criatividade podem ser classificadas em seis P's: Processo criativo, Produto do trabalho criativo, criatividade das Pessoas, Pensamento criativo, Potencial criativo do indivíduo e a Pressão do ambiente. O estudo de [Bobkowska 2015] mostra o cenário da criatividade e sua aplicabilidade no desenvolvimento de software, relacionando os papéis, a metodologia e o

espaço em que a criatividade pode ser aplicada.

Segundo [Mohanani et al. 2017], a engenharia de requisito, a programação e o projeto de software são áreas que envolvem criatividade. Um ponto importante ressaltado por eles é que avaliar a criatividade ainda tem sido um desafio, isto porque a criatividade é multidimensional, subjetiva e difícil de quantificar. Segundo [Amin et al. 2015], esse fato se dá pela criatividade ter sido definida em mais de 100 maneiras diferentes.

A pesquisa de [Amin et al. 2015] procura explorar a criatividade do programador, ou seja, concentrando-se apenas no desenvolvimento. A criatividade do programador foi definida como sendo a “capacidade de gerar ideias, artefatos ou resultados surpreendentes e valiosos de plataformas, componentes ou programas”. Os autores ressaltam a escassez de trabalhos de pesquisa sobre criatividade no domínio da Engenharia de Software. Os trabalhos existentes se concentram apenas na engenharia de requisitos. Adicionalmente, eles mencionam a falta de clareza em relação ao que é criatividade e como aplicar nas demais fases do desenvolvimento de software.

[Zhou 2016] e [Amoussou et al. 2011] consideram a criatividade como elemento essencial que deve ser integrado ao ensino de Engenharia de Software, criando aos poucos um ambiente de aprendizado confortável tanto para alunos quanto para professores, em que técnicas e ferramentas possam ser exploradas para a resolução de problemas. Em sua pesquisa [Amoussou et al. 2011] descobriram que as áreas de Computação e Engenharia são consideradas áreas criativas, isso por envolver a criação de novos produtos e aplicativos.

Oito trabalhos fazem algum tipo de avaliação, como pesquisa de opinião [McKlin et al. 2018, Kwasnik 2014, Göttel and Schild 2011], teste de conhecimento [Engelman et al. 2017] e entrevistas [Apiola et al. 2010, Mohanani et al. 2017, Amoussou et al. 2011, Vieira et al. 2012]. A entrevista conduzida por [Vieira et al. 2012], para avaliar as técnicas *Branstorming*, *Method 635*, *Free Association* e *Provocation*, utilizou a abordagem QQM.

3. Considerações Finais

Este trabalho apresentou uma análise dos estudos que foram encontrados a partir de uma revisão sistemática da literatura, cujo objetivo foi (i) identificar técnicas e ferramentas que estimulam a criatividade na engenharia de software; e (ii) identificar como pessoas criativas impactam no desenvolvimento de um produto de software.

A criatividade na engenharia de software tem sido pouco explorada. Os estudos existentes concentram-se nas fases iniciais do desenvolvimento de software, explorando as fases de Engenharia de Requisitos e Projeto. Uma exceção é o estudo de [Vieira et al. 2012] que apresenta um catálogo com 60 técnicas de criatividade para apoiar a geração de ideias durante as fases do desenvolvimento de software. Esse catálogo explica o funcionamento de cada uma das técnicas, indicando o número ideal de pessoas e em qual fase do desenvolvimento a técnica se aplica.

A diversidade de pessoas em um time de desenvolvimento auxilia na produção de soluções mais interessantes, promovendo a interação de pessoas com diferentes habilidades e experiências. O mercado de trabalho tem valorizado cada vez mais pessoas criativas, que são capazes de gerar produtos novos, em menor tempo e com maior valor agregado.

Entretanto, a criatividade permanece sendo uma habilidade difícil de ser mensurar devido ao seu carácter subjetivo.

Como trabalho futuro pretende-se aplicar técnicas criativas identificadas nesta revisão no desenvolvimento de um produto de software e desenvolver estratégias para avaliar os artefatos produzidos em relação à criatividade.

Referências

- Amin, A., Basri, S., Hassan, M. F., and Rehman, M. (2011). Occupational stress, knowledge sharing and gsd communication barriers as predictors of software engineer's creativity. In *2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, pages 394–398. IEEE.
- Amin, A., Rehman, M., Basri, S., and Hassan, M. F. (2015). A proposed conceptual framework of programmer's creativity. In *2015 International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET)*, pages 108–113. IEEE.
- Amoussou, G.-A., Porter, M., and Steinberg, S. J. (2011). Assessing creativity practices in design. In *2011 Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages S2B–1. IEEE.
- Apiola, M., Lattu, M., and Pasanen, T. A. (2010). Students' working strategies and outcomes in a creativity-supporting learning environment. In *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages F4F–1. IEEE.
- Bobkowska, A. (2015). Balance between creativity and methodology in software projects. In *Proceedings of the Multimedia, Interaction, Design and Innnovation*, page 3. ACM.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., and Silva, S. d. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Trabalho apresentado*, (8).
- Crawford, B., de la Barra, C. L., Soto, R., and Monfroy, E. (2012). Agile software engineering as creative work. In *2012 5th International Workshop on Co-operative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)*, pages 20–26. IEEE.
- Engelman, S., Magerko, B., McKlin, T., Miller, M., Edwards, D., and Freeman, J. (2017). Creativity in authentic steam education with earsketch. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 183–188. ACM.
- Göttel, T. and Schild, J. (2011). Creativity room 5555: evoking creativity in game design amongst cs students. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 98–102. ACM.
- Kwasnik, M. (2014). Nature of creativity in computer science education. designing innovative workshops for cs students. In *Proceedings of the 2014 Multimedia, Interaction, Design and Innovation International Conference on Multimedia, Interaction, Design and Innovation*, pages 1–7. ACM.
- McKlin, T., Magerko, B., Lee, T., Wanzer, D., Edwards, D., and Freeman, J. (2018). Authenticity and personal creativity: How earsketch affects student persistence. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 987–992. ACM.

- Mohanani, R., Ram, P., Lasisi, A., Ralph, P., and Turhan, B. (2017). Perceptions of creativity in software engineering research and practice. In *2017 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pages 210–217. IEEE.
- Monteiro Jr, J. G. (2011). *Criatividade e inovação*. São Paulo: Academia Pearson.
- Romeike, R. (2007). Applying creativity in cs high school education: criteria, teaching example and evaluation. In *Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research-Volume 88*, pages 87–96. Australian Computer Society, Inc.
- Spagna, J. D. (2017). 6 “soft skills” mais requisitadas pelo mercado. Acessado: 2019-06-15.
- Vieira, E. R., Alves, C., and Duboc, L. (2012). Creativity patterns guide: support for the application of creativity techniques in requirements engineering. In *International Conference on Human-Centred Software Engineering*, pages 283–290. Springer.
- Wanderley, F., da Silveira, D. S., Araujo, J., and Lencastre, M. (2012). Generating feature model from creative requirements using model driven design. In *Proceedings of the 16th International Software Product Line Conference-Volume 2*, pages 18–25. ACM.
- Zhou, C. (2016). Developing creativity as a scientific literacy in software engineering education towards sustainability. In *2016 12th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD)*, pages 2257–2261. IEEE.