

DOI: 10.5748/20CONTECSI/PSE/ESD/7182

eLocator: e207182

**APPLICATION OF GAMIFICATION IN SPI PROGRAMS: A LITERATURE REVIEW
USING SLR AND SNOWBALLING; APLICAÇÃO DE GAMIFICAÇÃO EM
PROGRAMAS DE MPS: UMA REVISÃO DA LITERATURA USANDO RSL E
SNOWBALLING**

Adolfo Francesco De Oliveira Colares – <https://orcid.org/0000-0003-3402-6113>

Programa De Pós-Graduação Em Ciência Da Computação (Ppgcc) - Universidade Federal Do Pará (Ufpa)

Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira – <https://orcid.org/0000-0002-8929-5145>

Programa De Pós-Graduação Em Ciência Da Computação (Ppgcc) - Universidade Federal Do Pará (Ufpa)

Julio Cezar Costa Furtado – <https://orcid.org/0000-0002-1984-9587>

Universidade Federal Do Amapá - Unifap

APPLICATION OF GAMIFICATION IN SPI PROGRAMS: A LITERATURE REVIEW USING SLR AND SNOWBALLING

ABSTRACT: With the need to achieve excellence in software production, companies seek to use methodologies, approaches and/or strategies for Software Process Improvement (SPI), otherwise the chances of failure and failure of SPI are significant. Therefore, the proper conduction of SPI can facilitate the development of more efficient processes, thus overcoming the difficulties, using gamification elements. Therefore, this article aims to identify problems in the implementation phase of SPI initiatives and how gamification can reduce or solve the barriers and difficulties during the SPI initiative, for that two methodologies were necessary to carry out this work, a Systematic Review of Literature (SRL) that could not answer all the research questions and Snowballing as an additional technique applied to SRL to fill its gaps. The search string returned 499 (four hundred and ninety-nine) works, of which 07 (seven) were selected using the SRL methodology, and the same search string returned 45 (forty-five) works, of which 05 (five) were selected using the Snowballing methodology.

Keywords: Agile Methodologies, Agile Practices, Software Engineering, Survey.

APLICAÇÃO DE GAMIFICAÇÃO EM PROGRAMAS DE MPS: UMA REVISÃO DA LITERATURA USANDO RSL E SNOWBALLING

RESUMO: Com a necessidade de se atingir a excelência na produção de software, as empresas buscam utilizar metodologias, abordagens e/ou estratégias para a Melhoria de Processos de Software (MPS), caso contrário as chances de insucesso e fracasso da MPS são significativas. Sendo assim, a condução adequada da MPS pode facilitar o desenvolvimento de processos mais eficientes superando assim as dificuldades, para isso podendo utilizar elementos de gamificação. Portanto, este artigo tem como objetivo identificar problemas na fase de implementação de iniciativas de MPS e como a gamificação pode diminuir ou sanar as barreiras e dificuldades durante a iniciativa da MPS. Assim, duas metodologias foram necessárias para a realização deste trabalho: uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que não conseguiu responder todas as questões de pesquisa; e a *Snowballing* como técnica adicional aplicada a RSL para sanar as lacunas da anterior. A *string* de busca retornou 499 (quatrocentos e noventa e nove) trabalhos, dos quais 07 (sete) foram selecionados usando a metodologia RSL, e a mesma *string* de busca retornou 45 (quarenta e cinco) trabalhos, dos quais 05 (cinco) foram selecionados usando a metodologia *Snowballing*.

Palavras-chave: Metodologias Ágeis, Práticas Ágeis, Engenharia de Software, Survey.

Agradecimentos: Este trabalho pertence ao projeto SPIDER (<http://www.spider.ufpa.br>).

1. INTRODUÇÃO

Há uma grande demanda do mercado na área de construção de softwares e, conseqüentemente, há diversas empresas públicas e/ou privadas ofertando esse serviço e a concorrência entre elas vem aumentando significativamente, havendo assim a necessidade de se atingir a excelência na produção de software (Soares, 2021). Diante do exposto, as empresas buscam utilizar metodologias, abordagens e/ou estratégias para a Melhoria de Processos de Software (MPS), caso contrário, de acordo com Soares (2021), a ausência ou a realização dessas abordagens sem maturidade são os principais fatores de insucesso e fracasso da MPS.

Existem quantidades significativas de abordagens e metodologias para apoiar esforços de um programa de MPS. Por conta dessa diversidade, o processo de escolha de qual delas é a mais adequada para um determinado programa de MPS torna-se uma tarefa complexa, tendo em vista as peculiaridades de cada organização de software (Soares, 2021). A partir disso, pode-se destacar dois modelos usados em iniciativas de MPS, o *Capability Maturity Model Integration – CMMI Dev 2.0* (SEI, 2018) e Melhoria do Processo de Software Brasileiro – MPS para Software (MR-MPS-SW) (SOFTEX, 2021).

Apesar dessas serem consideradas abordagens suficientes, elas possuem problemas e dificuldades em sua implementação, levando em conta que o fator humano é essencial para o sucesso de uma iniciativa de MPS (Soares, 2020). Com isso, a gamificação pode ser destacada como uma prática para motivar os envolvidos em uma iniciativa de MPS, auxiliar na solução de problemas e promover aprendizado (Kapp, 2012). A gamificação é um campo de pesquisa na MPS, podendo melhorar qualquer processo organizacional adicionando elementos de jogos em um ambiente de não-jogo (Deterding, 2011). Assim, através da gamificação é possível que as pessoas participem de determinadas atividades, como por exemplo, respondendo uma enquete ou *quiz*.

Neste contexto, este trabalho tem o objetivo de investigar como a gamificação pode ajudar a diminuir/sanar problemas e dificuldades existentes em um esforço de MPS com base no modelo CMMI Dev 2.0, modelo internacionalmente aceito pelas organizações de software. Neste contexto, o presente trabalho visa responder três questões de pesquisa (QP): QP1 - Quais as práticas de gamificação podem auxiliar na MPS? QP2 - Quais os problemas e/ou dificuldades de uma empresa na implementação da MPS? e QP3 - Quais os tipos de abordagens têm sido utilizados para implementação da MPS em uma empresa/organização? Para responder essas questões, duas formas de revisão da literatura foram realizadas: a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) (Kitchenham, 2007) e *Snowballing* (Wohlin, 2014).

A RSL utilizada é baseada no protocolo proposto por Kitchenham (2007), em que possuem as etapas de Planejamento, Execução e Análise dos Resultados. O planejamento define o foco da pesquisa, elaboração das QP, definição da *string* de busca, escolha das bases de busca e critérios de inclusão e exclusão. A execução apresenta a quantidade de trabalhos retornados pela busca em cada base, apresenta a quantidade de trabalhos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão por cada base, realiza um breve resumo dos trabalhos selecionados apontando pontos fortes, fracos e trabalhos futuros e responde as questões de pesquisa conforme os trabalhos selecionados. Por fim, a análise dos resultados realiza uma breve análise dos resultados apontando as seguintes informações dos trabalhos selecionados: ano, tipos de veículo (conferência ou periódico), autor e nome dos veículos.

A *Snowballing*, proposta por Wohlin (2014), possui as seguintes etapas: Conjunto de início (igual ao planejamento da RSL), Iterações e Extração de Dados (idêntico ao da RSL). A etapa de conjunto de início difere da RSL na escolha das bases de busca, pois a *Snowballing* pode ser aplicada em uma RSL para encontrar possíveis novos trabalhos utilizando um motor de busca diferente, no caso o Google Scholar e o método de iteração proposto. As Iterações são realizadas de seguinte forma: várias iterações em busca de novos trabalhos são realizadas com uma bola de neve para trás, que significa usar a lista de referências para identificar novos artigos a serem incluídos, e bola de neve para frente, que se refere à identificação de novos artigos com base nos artigos que citam o artigo que está sendo examinado e aplicação dos critérios de exclusão e inclusão. Por fim, a extração de dados é onde serão respondidas as QP de acordo com os trabalhos retornados.

As próximas seções deste trabalho estão organizadas da seguinte forma: Seção 2 apresenta os conceitos sobre o tema desta pesquisa; Seção 3 detalha a metodologia utilizada; Seção 4 apresenta os resultados obtidos; Seção 5 apresenta as discussões dos resultados; Seção 6 discute as ameaças à validade deste trabalho; Seção 7 descreve os trabalhos relacionados; e Seção 8 encerra este trabalho apresentando as conclusões e trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os conceitos relacionados a MPS e gamificação.

2.1. Melhoria de Processos de Software

Processo de software é definido como um conjunto de passos parcialmente ordenados com a intenção de alcançar um objetivo dentro do contexto de desenvolvimento do software (FEILER; HUMPHREY, 1993). Watts Humphrey foi um dos primeiros estudiosos a aplicar o conceito de processo para a solução dos problemas de desenvolvimento de software. Humphrey (1989) afirma que, “o primeiro passo importante ao lidar com problemas de desenvolvimento de software é tratar esta atividade como um processo que pode ser controlado, medido e melhorado”.

Existe uma procura constante da indústria por softwares mais baratos e melhores, conseqüentemente, muitas empresas de software voltaram-se para a melhoria de processos de software como uma forma de melhorar a qualidade de seus produtos, reduzindo custos ou acelerando seus processos de desenvolvimento (Soares, 2020). A melhoria de processos implica na compreensão dos processos existentes e sua mudança para aumentar a qualidade de produtos e/ou reduzir custos e o tempo de desenvolvimento, e atender aos requisitos do cliente dentro do prazo e orçamento determinados (Sommerville, 2011).

No entanto, processos centrados em seres humanos podem exibir desempenho e comportamentos inesperados ou indesejados, por isso precisam ser continuamente avaliados e melhorados (Fuggetta, 2000; Unterkalmsteiner, 2012).

Este ambiente de contínua mudança e refinamentos motiva a criação de modelos de qualidade e métodos para MPS, programa de atividades concebido para melhorar o desempenho e a maturidade dos processos da organização (SEI, 2018). Segundo Hall (2002), as organizações de software que implantam o MPS através da adoção de normas ou modelos reportam significantes benefícios.

2.2. Gamificação

A gamificação é uma prática que combina certos elementos de jogos para criar uma mecânica entre recompensas e jogos, em ambientes de não jogos (Zichermann, 2011). Foi

introduzida pela primeira vez em 2008, no entanto tornou-se notável em 2010 (Groh, 2012). Embora a gamificação tenha sido introduzida recentemente em muitos domínios de negócios, a gamificação vem sendo usada há muito tempo por organizações, como por exemplo, funcionário do mês, fidelidade em milhas de voo, etc. Já na educação, a gamificação tem como principal desafio envolver os alunos dentro do contexto gamificado de aprendizagem para que eles possam dominar o material que está lhe sendo ensinado (Soares, 2020).

Um ambiente gamificado usa elementos de jogos em um ambiente de não jogo e, com isso, segundo McGonigal (2011), existem quatro elementos que determinam um jogo: meta, regras, *feedback* e participação voluntária. A meta indica o objetivo pelo qual uma pessoa deseja participar do jogo. As regras indicam as normas, restrições e ações permitidas, que norteiam a pessoa no seu percurso dentro do jogo. O *feedback* trata-se das respostas do jogo a cada ação executada, indicando o quanto a pessoa está distante ou não da meta do jogo. Já a participação voluntária é a liberdade que a pessoa tem de tentar ou não o jogo. Na sequência, caso esteja jogando, envolve também a liberdade de escolha dos seus próprios caminhos e suas estratégias dentro do jogo.

Foi descrito o conceito de gamificação e os elementos de jogos, entretanto o que motiva um jogador? Segundo Chou (2015), as motivações básicas dos jogadores chamadas por ele de *Core Drives*, são:

- Significado Épico & Chamado – quando o jogador acredita que está fazendo algo maior, por um bem maior ou que foi “escolhido” para fazer alguma coisa transcendental;
- Desenvolvimento & Realização – quando o jogador observa seus avanços, progressos, desenvolvimento de habilidades e, eventualmente, a superação de desafios;
- Empoderamento & Feedback – quando o jogador está envolvido num processo criativo, onde repetidamente tem de descobrir “coisas” e tentar combinações diferentes;
- Propriedade & Posse – quando o jogador é motivado porque tem a sensação de posse ou propriedade de alguma “coisa”;
- Influência Social & Pertencimento – quando o jogador é motivado por elementos sociais, que influenciam as pessoas, incluindo orientação, aceitação, respostas sociais, companheirismo, bem como a competição e a inveja;
- Escassez & Impaciência – quando o jogador é motivado pelo desejo de algo que não pode ter;
- Imprevisibilidade & Curiosidade – quando o jogador é motivado por querer descobrir o que vai acontecer a seguir. Se ele não sabe o que vai acontecer, o seu cérebro está envolvido e pensa sobre isso muitas vezes;
- Perda & Rejeição – quando o jogador é motivado pela prevenção de algo negativo que possa ocorrer.

Para cada uma destas motivações básicas Chou (2015) apresenta e categoriza em seu livro um conjunto de 73 diferentes técnicas de jogo, todas pertencentes a uma das motivações básicas dos jogadores. Como exemplo dessas técnicas tem-se: pontos, medalhas, barra de progresso, lista de desafios, desbloqueio de marcos, *feedback* instantâneo, avatares e curva de aprendizado.

De acordo com Zichermann (2011) e Werbach (2012), o objetivo da gamificação é engajar e motivar as pessoas, combinando comportamento intrínseco com recompensa

extrínseca, como pontos, medalhas e *ranking*. O comportamento intrínseco é o impulso para fazer algo sem uma razão externa, e a recompensa extrínseca é a recompensa tangível que é visível para todos, por exemplo, como citado anteriormente, tem-se as recompensas de fidelidade que as companhias aéreas e os hotéis oferecem aos clientes. Para cumprir seu propósito, a gamificação utiliza as principais características dos elementos dos videogames - jogador, ambiente, regra, desafio, objetivo, interação, experiência emocional, resultado e consequências, em um contexto definido como não jogo (Chou (2015)). Assim, a gamificação é definida como um processo de integração de elementos do jogo (emblemas, pontuações) em contexto de não jogo para criar motivação e engajamento.

3. METODOLOGIA

Esta seção apresenta os protocolos dos métodos de revisão utilizados. Duas metodologias foram necessárias para a realização deste trabalho, pois a RSL não conseguiu responder de forma satisfatória as questões de pesquisa, com isso foi necessário buscar uma segunda forma de revisão.

3.1. Revisão Sistemática da Literatura - RSL

Para alcançar o objetivo deste estudo foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura. A RSL é uma metodologia de pesquisa científica que vem sendo aplicada nas mais diversas áreas do conhecimento. Esta metodologia permite, de forma justa, uma avaliação e interpretação da literatura disponível, com o objetivo de responder determinadas questões sobre uma área de estudo. Deste modo, a avaliação é feita de forma sistemática, sob o controle do pesquisador (KITCHENHAM et al, 2015).

3.1.1. Planejamento da RSL

O execução de uma RSL inclui as seguintes etapas: planejamento, condução e apresentação (KITCHENHAM et al, 2015). O planejamento dá-se por meio da definição dos objetivos, fontes de pesquisa, critérios de avaliação dos estudos primários, critérios de qualidade, extração e análise dos dados dos estudos primários, análise das fontes, planejamento da análise dos dados e *string* de busca. A Figura 1 descreve as etapas de uma RSL.

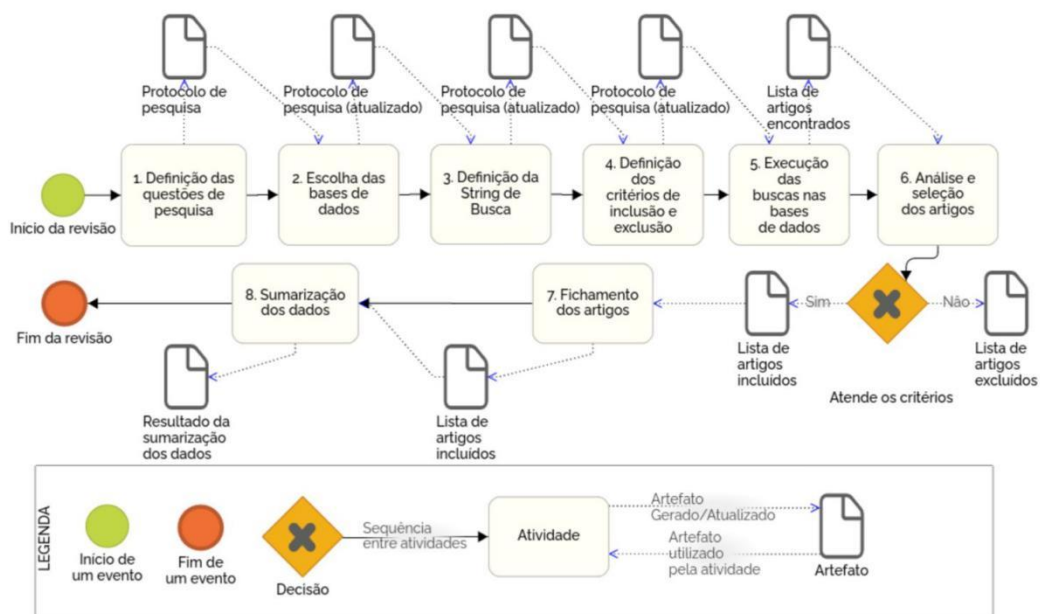


Figura 1 – Etapas da RSL

Fonte: Os autores (2023)

A condução da revisão é feita por meio da utilização de uma *string* de busca para realizar a coleta dos estudos primários nas fontes de pesquisa anteriormente definidas. Posteriormente, é feita a seleção dos estudos, seguindo da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e de uma avaliação da qualidade dos estudos selecionados.

A extração dos dados é realizada por meio de um formulário que categoriza e organiza os dados de acordo com as questões de pesquisa definidas, de forma que a revisão sistemática fique bem definida, documentável e transparente, considerando a possibilidade de ser reproduzida por outros pesquisadores no futuro. A última etapa é a apresentação dos resultados, que consiste na sumarização dos resultados adquiridos. Os resultados são representados por meio de um relatório contendo tabelas e gráficos.

Nas subseções seguintes serão apresentados os fatores que compreenderam a revisão sistemática.

3.1.1.1. Foco de Interesse da Pesquisa

O foco de interesse, como tema de pesquisa, retrata problemas em iniciativas de melhoria de processo de software e como a gamificação pode ajudar nesses problemas, mais especificamente, quais os problemas durante a implantação da melhoria de processo de software e como usar a gamificação para sanar e/ou diminuir problemas e dificuldades que as organizações enfrentam durante a implementação da MPS.

3.1.1.2. Questões de Pesquisa

- QP1: Quais as práticas de gamificação podem auxiliar na MPS?
- QP2: Quais os problemas e/ou dificuldades de uma empresa na implementação da MPS?
- QP3: Quais os tipos de abordagens têm sido utilizados para implementação da MPS em uma empresa/organização?

3.1.1.3. Estratégia de Busca

A busca ocorreu de forma automatizada por meio de uma *string* formada por um conjunto de palavras-chave e seus respectivos sinônimos. Essas palavras-chave foram definidas baseadas nas questões de pesquisa, a partir da estrutura PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes e Context*) sugerida por Kitchenham (2007), conforme definido no Quadro 1.

Quadro 1 – Método PICOC.

PICOC	RESPOSTAS
POPULAÇÃO	Organizações de software e projetos de melhoria de software
INTERVENÇÃO	Identificar as práticas de gamificação que podem auxiliar na MPS
COMPARAÇÃO	Abordagens para modelos de melhoria tradicionais.
RESULTADO	Modelos de processos, metodologia de melhorias, técnicas, metodologias, ferramentas, padrões, métodos, técnicas, guia e práticas de gamificação para sanar/diminuir os problemas em um esforço de MPS.
CONTEXTO	Indústria e academia de Software

Fonte: Elaboração própria (2021).

3.1.1.4. *String* de Busca

O Quadro 2 apresenta os termos utilizados na busca da revisão sistemática, baseados nas palavras-chave definidas.

Quadro 2 - *String* de busca genérica.

Genérica: (Software organization) AND ((gamification OR game*) AND (software process improvement OR SPI OR (improvement AND (planning* OR implementation* OR evaluation*)))) AND (Process models OR quality models OR techniques OR methodologies OR tools)

Fonte: Elaboração própria (2021).

A pesquisa foi definida para compreender apenas o período de 2011 a 2022 com a justificativa para cobrir a última década do estado da arte.

3.1.1.5. Escolha e Justificativa das Bases de Dados

Para a revisão sistemática, as bases de dados incluídas devem atender aos seguintes critérios:

- Ter disponibilidade para consultas online;

- Permitir a consulta na íntegra de artigos através do domínio da Universidade Federal do Pará e/ou a partir do Google ou Google Scholar;
- Os artigos da fonte devem estar obrigatoriamente em inglês, português ou espanhol;
- Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) devem ser considerados sua primeira ocorrência;
- Artigos duplicados devem ser considerados apenas a sua versão mais recente ou a mais completa, resolve em casos que haja complemento de informações;
- Os artigos e trabalhos devem mencionar as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo;
- O acesso a fonte não pode acarretar ônus financeiro para os pesquisadores;
- A pesquisa deve compreender o período de 2011 a 2021;
- Excluir artigos que não estiverem inseridos no contexto de Gamificação e MPS.

Nesse contexto, optou-se pela escolha das bases da IEEEExplore e ACM Digital Library, conforme definido no Quadro 3, pois essas atendem os critérios supracitados, possuem uma base de artigos expressiva e com um grau de qualidade alto. O método de busca de artigos será automático, realizada através de mecanismos de busca web por palavras-chave.

Quadro 3 – Fontes de Pesquisa.

Fonte	Selecionada?	Justificativa
IEEEExplorer	Sim	-
ACM Digital Library	Sim	-
SBC Open Lib	Não	O mecanismo de busca automática funciona de forma ineficiente
SCOPUS	Não	Os artigos indexados já estão disponíveis em outras fontes selecionadas
Springer Open	Não	Não foi possível realizar buscas automatizadas
Web of Science	Não	Os artigos indexados já estão disponíveis em outras fontes selecionadas

Fonte: Elaboração própria (2021).

3.1.1.6. Critérios de Inclusão e Exclusão

Após a realização das buscas nas bases de dados selecionadas, houve a avaliação do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos retornados, seguindo com a seleção dos trabalhos relevantes para a revisão. Este processo foi baseado nos critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Critérios de seleção dos estudos primários

ID	CRITÉRIO DE INCLUSÃO (CI) E CRITÉRIO DE EXCLUSÃO (CE)
CI1	Estudos que apresentem, primária ou secundariamente, práticas gamificadas ou gamificação aplicada à melhoria de processo de software
CI2	Artigos que contenham as palavras-chave da pesquisa no título, resumo ou nas palavras-chave do artigo.

CI3	O estudo que estiver apresentado em uma das linguagens aceitas (Inglês, Português e Espanhol).
CE1	Artigos que não estejam disponíveis livremente para consulta ou download (em versão completa) nas fontes de pesquisa ou por meio de busca manual (para artigos que não sejam fornecidos na íntegra) realizada nas ferramentas de busca Google (http://www.google.com.br/) e/ou Google Scholar (http://scholar.google.com.br/).
CE2	Artigos que claramente não atendam as questões de pesquisa.
CE3	Artigos repetidos (em mais de uma fonte de busca) tiveram apenas sua primeira ocorrência considerada.
CE4	Estudos enquadrados como resumos, keynote speeches, cursos, tutoriais, workshops e afins.
CE5	Excluir se o estudo não estiver inserido no contexto de Projetos de Software, Indústria de Software ou Engenharia de Software.

Fonte: Elaboração própria (2021).

3.1.2. Execução da RSL

Esta seção descreve alguns resultados bibliométricos provenientes da execução da RSL.

3.1.2.1 Quantidade de trabalhos retornados inicialmente pela busca por cada base

As buscas realizadas nas bases de dados selecionadas, utilizando a *string* de busca definida, retornaram 485 artigos pela ACM Digital Library e 14 pela IEEEExplore, conforme é mostrado na Figura 2. Assim, somando a quantidade de trabalhos retornados em todas as bases de dados utilizadas nesta revisão, chegamos a um total de 499 artigos retornados.

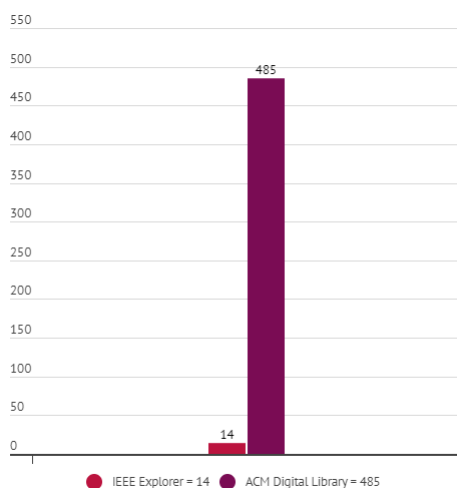


Figura 2 - Número de estudos retornados pelas bases de busca

Fonte: Elaboração própria (2021).

3.1.2.2 Quantidade de trabalhos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão por cada base

Nesta etapa do trabalho foram aplicados critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) a fim de selecionar apenas os trabalhos relevantes que respondessem as questões de pesquisa.

Cada um dos estudos passou por um processo de seleção composto por quatro etapas: (i) três pesquisadores leram os títulos e resumos de todos os estudos e aplicaram os critérios de exclusão, esta etapa foi definida como pré-seleção; (ii) os mesmos pesquisadores discutiram sobre divergências na aplicação de critérios de exclusão para chegar a um consenso; (iii) os pesquisadores leram o título e resumo, e o texto completo, se necessário, dos estudos selecionados na primeira etapa para aplicar os critérios de inclusão; (iv) os pesquisadores discutiram sobre divergências na aplicação de critérios de exclusão para chegar a um consenso.

O processo descrito resultou em 07 (sete) estudos primários descritos no Quadro 5 (disponível na íntegra em <https://zenodo.org/record/6046131>), os estudos foram publicados em conferências, nos anos de 2014 a 2021, conforme Figura 3.



Figura 3 – Ano de publicação dos estudos

Fonte: Elaboração própria (2021).

Quadro 5 – Estudos primários da RSL

ID	TÍTULO	AUTOR(ES)	VEÍCULO
A1	A Game Theory model used to increase the readiness for software process improvement	A. Dagnino	IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)
A2	Design of a pedagogic instrument for teaching software process improvement: Teaching instrument for university and business environments	Maria Clara Gómez Álvarez; Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón; Gloria Piedad Gasca-Hurtado; Tomás San Feliu Guilabert	9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)
A3	The use of gamification to support the teaching-learning of software exploratory testing: an experience report based on the application of a framework	Igor Ernesto Ferreira Costa; Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira	IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)

A4	The Diversity of Gamification Evaluation in the Software Engineering Education and Industry: Trends, Comparisons and Gaps	Rodrigo Henrique Barbosa Monteiro; Maurício Ronny de Almeida Souza; Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira; Carlos dos Santos Portela; Cesar Elias de Cristo Lobato	43rd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)
A5	A teaching proposal for the software measurement process using gamification: an experimental study	Lennon Sales Furtado; Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira	IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)
A6	Gamified Culture-Aware Feedback Acquisition	Malik Almaliki; Nan Jiang; Raian Ali; Fabiano Dalpiaz	UCC '14: Proceedings of the 2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing
A7	Towards a gamification of industrial production: a comparative study in sheltered work environments	Oliver Korn; Markus Funk; Albrecht Schmidt	EICS'15: ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems

Fonte: Elaboração própria (2021).

3.2. *Snowballing*

Revisões sistemáticas da literatura tornaram-se comuns na engenharia de software e, com isso, é importante entender como conduzi-las de forma eficiente e confiável (Wohlin, 2014). Wohlin (2014) propõe diretrizes para a realização de RSL usando a abordagem de bola de neve, e elas devem ser realizadas em uma RSL publicada (Colares, 2021).

A *Snowballing* complementa as diretrizes anteriores para revisões sistemáticas da literatura em engenharia de software. Ela faz isso estendendo e detalhando as etapas para o uso da bola de neve como uma abordagem de pesquisa para estudos sistemáticos de literatura. *Snowballing* refere-se ao uso da lista de referência de um artigo ou das citações do artigo para identificar artigos adicionais. No entanto, a bola de neve poderia beneficiar-se não apenas das listas de referências e citações, mas para complementá-las com uma maneira sistemática de ver onde os artigos são realmente referenciados e onde os artigos são citados (Wohlin, 2014). Usar as referências e as citações, respectivamente, é chamado de bola de neve para trás e para frente (Wohlin, 2014).

3.2.1. Conjunto de Início

O conjunto de início é similar ao realizado na RSL (trabalhos retornados após a aplicação dos critérios e inclusão e exclusão), conforme é descrito na Figura 4, com exceção de que

a pesquisa da *Snowballing* foi definida para compreender o período de 2012 a 2022, devido a mesma ser iniciado após a RSL já na virada do ano em questão.

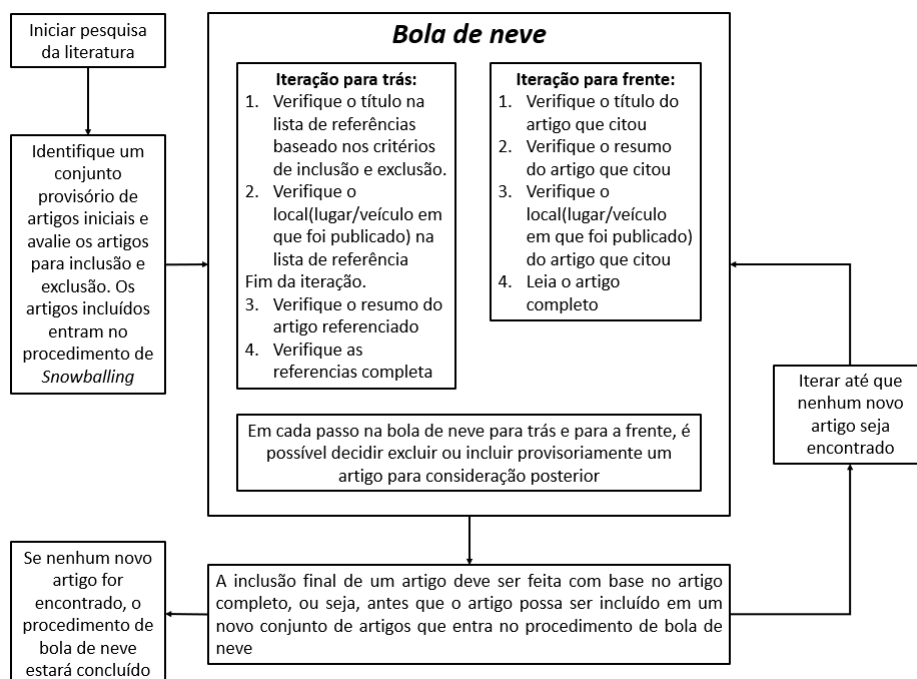


Figura 4 – Procedimento de bola de neve

Fonte: Wohlin (2014).

3.2.1.1 Quantidade de trabalhos retornados inicialmente pela busca por cada base

A busca realizada no Google Acadêmico utilizando a *string* de busca definida (vide Quadro 5), retornou 45 trabalhos. Ressaltando que as questões de pesquisa são idênticas a da RSL. De acordo com Wohlin (2014), usar o Google Acadêmico é uma boa alternativa para evitar o viés a favor de qualquer base de dados ou editora específica, tendo em vista que o robô de busca da Google irá percorrer toda a internet atrás da *string* de busca.

Quadro 5 - *String* de busca genérica.

Genérica: (Software organization) AND ((gamification OR game*) AND (software process improvement OR SPI OR (improvement AND (planning* OR implementation* OR evaluation*)))) AND (Process models OR quality models OR techniques OR methodologies OR tools)

Fonte: Elaboração própria (2021).

3.2.2 Iterações

Uma vez que o conjunto de início é decidido, com apenas os artigos que serão incluídos na análise final, é hora de iniciar a primeira iteração, realizando a bola de neve para trás e para a frente. A bola de neve para trás significa usar a lista de referência para identificar novos artigos a serem incluídos. O primeiro passo é percorrer a lista de referências e excluir artigos que não atendam aos critérios de inclusão (Wohlin, 2014). A bola de neve para frente refere-se à identificação de novos artigos com base nos artigos que citam o artigo que está sendo examinado (Wohlin, 2014).

Decidir, finalmente, sobre a inclusão de um artigo significa que o artigo completo deve ser examinado antes de decidir usá-lo como artigo na bola de neve. Se não fizer isso, uma reversão será necessária se outros artigos forem incluídos com base em um artigo que será excluído posteriormente. Assim, é importante ter certeza da inclusão antes de usar o artigo para bola de neve (Wohlin, 2014).

3.2.2.1 Quantidade de trabalhos selecionados após as iterações realizadas

A partir do processo de análise dos títulos, resumos, palavras-chave dos artigos retornados, citações, seguindo os critérios de inclusão e exclusão, e a aplicação da bola de neve para frente e bola de neve para trás, 05 (cinco) estudos (disponível em <https://zenodo.org/record/6046131>) foram selecionados conforme descritos no Quadro 6, eles foram publicados em conferências e revistas (vide Figura 5) entre os anos de 2016 e 2020 (vide Figura 6).

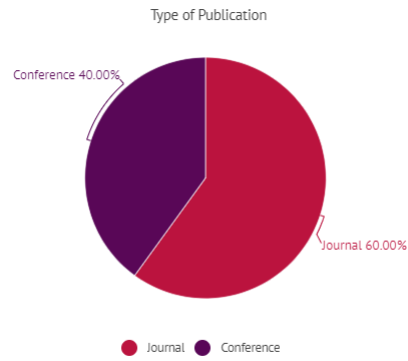
Quadro 6 –Estudos primários da Snowballing

ID	TÍTULO	AUTOR(ES)	VEÍCULO
A1	A Scrumban integrated gamification approach to guide software process improvement: a Turkish case study	Murat Yilmaz, Rory V. O'Connor	Revista: Tehnicki Vjesnik
A2	Gamification and functional prototyping to support motivation towards software process improvement	Mercedes Ruiz, Manuel Trinidad, and Alejandro Calderón	Conferência: International Conference on Product-Focused Software Process Improvement 2016
A3	Introducing gamification to increase staff involvement and motivation when conducting SPI initiatives in small-sized software enterprises	García Ivan, Pacheco Carla, Calvo-Manzano Jose Antonio	Revista: The Institution of Engineering and Technology 2019
A4	Challenges of gamification in software process improvement	Manal M. Alhammad, Ana M. Moreno	Revista: Journal of Software: Evolution and Process
A5	Gamified Strategy Oriented to Decrease SPI Change Resistance: A Case Study	Gloria Piedad Gasca-Hurtado, María Clara Gómez-Álvarez, Mirna Muñoz, and	Conferência: European Conference on Software Process Improvement

		Samayda Betancur	Herrera	
--	--	---------------------	---------	--

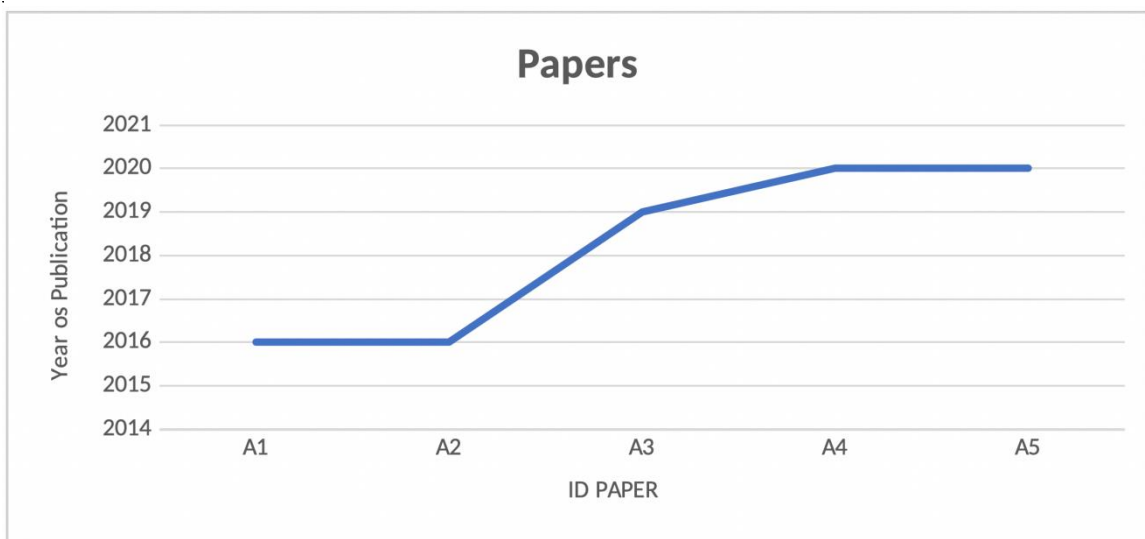
Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 6 – Tipo de veículo



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 7 – Ano de publicação dos estudos



Fonte: Elaboração própria (2022).

4. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados da RSL e *Snowballing*. A subseção 4.1 apresenta uma visão geral dos resultados. As subseções 4.2, 4.3 e 4.4 descrevem os resultados para QP1 - Quais as práticas de gamificação podem auxiliar na MPS? QP2 - Quais os problemas e/ou dificuldades de uma empresa na implementação da MPS? e QP3 - Quais os tipos de abordagens têm sido utilizados para implementação da MPS em uma empresa/organização?, respectivamente.

Três pesquisadores participaram do planejamento e da execução da RSL e da *Snowballing*, um estudante doutorando em pós-graduação em Ciência da Computação e dois professores/pesquisadores doutores em Engenharia de Software e Informática na Educação.

Nessas subseções, os estudos primários serão referenciados e identificados por códigos, que estão disponíveis nos Quadros 5 e 6.

4.1 Visão Geral

A RSL buscou trabalhos entre os anos de 2011 e 2022. Porém, somente 07 estudos primários (após os critérios de inclusão e exclusão) foram selecionados dentre os 499, e estão distribuídos entre os anos de 2014 e 2021, como mostrou a Figura 3. Ainda com base na Figura 3, podemos notar que há poucos trabalhos envolvendo gamificação com abordagem para MPS, a tendência é de crescimento no número de publicações relacionadas ao tema deste trabalho. A *Snowballing* buscou trabalhos entre os anos de 2011 e 2022, retornando 45 (Quarenta e Cinco) trabalhos, dos quais 05 (cinco) foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, e estão distribuídos entre os anos de 2016 e 2020, conforme mostrou a Figura 7.

4.2 Quais as práticas de gamificação que podem auxiliar na MPS?

4.2.1. Resultados da RSL

Nos estudos selecionados não foi possível identificar os elementos de gamificação para auxiliar a MPS.

4.2.2 Resultados da *Snowballing*

De acordo com A3, os elementos de gamificação em MPS utilizados foram: foco em promover colaboração, competição e *status*, estabelecendo um conjunto de recompensas com o objetivo de produzir sentimentos específicos nos funcionários envolvidos na MPS. As mecânicas de jogos ao projetar a estratégia utilizada, foram: Pontos, Distintivos, Placares, Progresso, Níveis, Missões, Questionários, *Feeds* de eventos

De acordo com o autor, as pessoas adoram ser elogiadas e obter recompensas por meio de seus esforços, o que torna as recompensas um forte motivador para as iniciativas de MPS.

Com isso, o autor visa, com essa estratégia de gamificação, influenciar e motivar o comportamento dos funcionários envolvidos na MPS para engajá-los a realizar repetidamente uma determinada atividade. Nesse contexto, a estratégia do autor leva em consideração a colaboração de pessoas e uma camada de gamificação baseada nas mecânicas de jogo mencionadas anteriormente para incorporar motivadores intrínsecos e extrínsecos para promover uma mudança comportamental na equipe de MPS.

4.3 Quais os problemas e/ou dificuldades de uma empresa na implementação da MPS?

4.3.1. Resultados da RSL

A partir dos trabalhos relacionados foi possível identificar os problemas nas iniciativas de MPS descrito por Soares (2021):

- Foco na certificação ao invés de focar na melhoria;
- Falta de incentivo governamental;
- Redução nas horas de consultoria como forma de reduzir custos;
- Falta de conhecimento da importância dos modelos pelo mercado;
- Falta de/pouco projetos para validar um programa de melhoria;
- Burocracia nos programas de melhoria;
- Continuidade do engajamento da equipe no processo definido;
- Falta de/pouco conhecimento dos modelos pelos colaboradores;
- Diferentes interpretações em relação aos modelos;
- Falta de planejamento consistente de portfólio de projetos;
- Falta de planejamento consistente da alta gerência da organização;
- Falta de flexibilidade dos modelos.

4.3.2 Resultados da Snowballing

A3 relata dificuldades em relação ao baixo envolvimento, motivação e ambição das equipes envolvidas na MPS. A1 adiciona a baixa produtividade da equipe como uma das dificuldades. A2 também relata dificuldades e problemas relacionados a motivação e compromisso da equipe em iniciativa de MPS.

4.4 Quais os tipos de abordagens têm sido utilizados para implementação da MPS em uma empresa/organização?

4.4.1. Resultados da RSL

A partir dos estudos selecionados em A1, A4 e A7, foi possível identificar que as abordagens são realizadas utilizando estruturas e padrões de processo de desenvolvimento de software, como CMMI, ISO/IEC (*International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission*), SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*), e estruturas de teoria dos jogos que facilitam a interação entre os jogadores em uma iniciativa de MPS.

4.4.2 Resultados da Snowballing

Em A5 é proposta uma estratégia para mitigar as causas de resistência à mudança nas iniciativas de MPS. A implementação desta estratégia requer a identificação de um processo contínuo e mensurável, com tarefas atribuídas a um responsável. Alguns desses processos são gerenciamento de incidentes, gerenciamento de projetos ou testes. A estratégia segue seis etapas:

- Etapa 1: Selecione as causas de resistência à mudança de MPS e suas categorias;
- Etapa 2: Estabeleça um propósito estratégico;
- Etapa 3: Use a metodologia para associar causas de resistência à mudança, modelos de gerenciamento de mudanças e princípios de gamificação;
- Etapa 4: Escolha mecânicas e componentes do jogo relacionados aos princípios de gamificação sugeridos como resultado da aplicação da metodologia;
- Etapa 5: Crie a história envolvendo os diferentes mecanismos sugeridos para a estratégia gamificada;

- Etapa 6: Implemente o artefato.

5. DISCUSSÕES

De acordo com os resultados apresentados tanto da RSL quanto da *Snowballing*, a gamificação pode ajudar a solucionar ou minimizar problemas enfrentados em iniciativas de MPS de acordo com os estudos selecionados e os trabalhos relacionados. Os elementos de gamificação identificados podem ser utilizados quando as organizações estiverem enfrentando esses problemas elencados no resultado, não se limitando a um cenário específico. Entretanto, há poucos estudos, de acordo com os resultados, em que a gamificação possa ser verificada em um cenário real da iniciativa de MPS, ou mesmo estudos comparativos com *framework* de iniciativas como CMMI-DEV, ISO/IEC, SWEBOK, MPS.Br e demais abordagens.

As práticas de gamificação como: foco em promover colaboração, competição, jogos e *status*, estabelecendo um conjunto de recompensas com o objetivo de produzir sentimentos nas pessoas envolvidos na MPS, foram positivos tendo em vista que as pessoas adoram ser elogiadas e receber por isso, o que torna as recompensas e o conjunto de práticas envolvidas um grande motivador para solucionar para problemas em iniciativas de MPS.

Diante do exposto, é possível afirmar que há um interesse em crescimento por parte da academia e da indústria de software em desenvolver pesquisas voltadas a gamificação, em especial pesquisas que têm como foco abordagens para MPS.

6. AMEAÇAS À VALIDADE

Esta seção discute as possíveis ameaças à validade deste estudo e as ações tomadas para abordar questões de validade. Utilizamos a estrutura proposta por Wohlin et al. (2000).

6.2 Validade de Construção

Para minimizar o risco de que a RSL e a *Snowballing* não trouxessem os estudos que respondessem as questões de pesquisa, foi realizado um teste com a *string* de busca. Quatro trabalhos que comprovadamente atendiam os objetivos da pesquisa foram selecionados manualmente e em seguida foi verificado se ao executar a busca nas bases esses mesmos trabalhos retornariam, o que de fato aconteceu.

6.2 Validade Interna

Durante o processo de extração, os estudos foram classificados com base em nosso julgamento. Estudos que dependem do julgamento dos autores podem carregar consigo um viés que precisa ser mitigado o máximo possível. Pensando nisso, durante todo processo de análise dos estudos, como forma de mitigar ameaças, o processo de classificação foi feito individualmente por 3 pesquisadores que se reuniam semanalmente pra discutir e chegar a um consenso de quais estudos realmente deveriam ser selecionados.

6.3 Validade Externa

É possível que a RSL e a *Snowballing* não retornem todos os estudos relevantes sobre as abordagens que apoiam como a gamificação pode ajudar a diminuir/sanar problemas e dificuldades existentes em um esforço de MPS. Para mitigar esse risco, identificamos e nos baseamos em estudos semelhantes a este para que não fosse iniciado do zero.

6.4 Validade da Conclusão

Para garantir a validade da conclusão de nosso estudo, expomos os resultados gerados diretamente dos dados e discutimos as observações e tendências explícitas. Isso garante alta rastreabilidade entre os dados e as conclusões. Além disso, nosso corpus de estudos está disponível para outros pesquisadores. Ademais, os processos de RSL e *Snowballing* foram executados com o apoio de dois professores doutores que possuem ampla experiência em estudos desse gênero, com diversas publicações em engenharia de software.

7. CONCLUSÕES

A gamificação na engenharia de software ganhou atenção tanto da academia quanto da indústria. Embora muitos trabalhos de pesquisa tenham sido publicados sobre os benefícios da aplicação da gamificação na Engenharia de Software, não há trabalhos que identifiquem suporte metodológico, técnico ou roteiros de aplicabilidade da gamificação na MPS.

Este estudo aplicou uma *Snowballing* e uma RSL publicada, o objetivo foi identificar os problemas durante a implantação da melhoria de processo de software e como usar a gamificação para sanar e/ou diminuir problemas e dificuldades que as organizações enfrentam durante a implementação da MPS. Na RSL foram selecionados 07 estudos primários de 2011 a 2021, e na *Snowballing* foram selecionados 5 estudos primários de 2012 a 2022.

Com a *Snowballing*, pode-se confirmar a escassez de estudos descrevendo e demonstrando abordagens, suporte metodológico, técnico ou roteiros de aplicabilidade de elementos de gamificação para MPS.

Nessa linha, planejamos como próximos passos criar uma metodologia gamificada na MPS e levar isso para dentro da academia, como currículo em cursos envolvendo a construção de software. Usar a metodologia desenvolvida como instrumento para mitigar as barreiras durante a implementação de iniciativa de MPS em uma empresa que optou por um *framework* de MPS como CMMI Dev 2.0 e/ou MR-MPS-SW, e desenvolver um guia de aplicabilidade da metodologia para que possa ser utilizado pelas organizações de software.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colares, A.F.O., Furtado, J.C.C., Oliveira, S.R.B., Use Of Gamification As Implementation Approach For Software Process Improvement: Trends And Gaps, Enase 2022: 17th International Conference On Evaluation Of Novel Approaches To Software Engineering, 2022.

Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L., Dixon, D.: Gamification: Toward A Definition. In: Proceedings Of The 2011 Annual Conference Extended Abstracts On Human Factors In Computing Systems. Acm, New York, 2011.

Feiler, P.H; Humphrey, W.S, Software Process Development And Enactment: Concepts And Definitions, Proceedings Of The Second International Conference On The Software Process-Continuous Software Process Improvement, 1993

Fuggetta, A. Software Process: A Roadmap. Proceedings Of The Conference On The Future Of Software Engineering, 2000.

- García, F., Pedreira, O., Piattini, M., Cerdeira-Pena, A., Penabad, M., “A framework for gamification in software engineering”, *The Journal of Systems and Software*, Elsevier, 2017.
- García, I., Pacheco C., Calvo-Manzano J. A.,” Introducing gamification to increase staff involvement and motivation when conducting SPI initiatives in small-sized software enterprises”, *The Institution of Engineering and Technology*, 2019.
- Gasca-Hurtado, G. P., Gómez-Álvarez, M. C., Muñoz, M., Betancur, S. H., “Gamified Strategy Oriented to Decrease SPI Change Resistance: A Case Study”, *European Conference on Software Process Improvement*, 2020.
- Groh, F.: *Gamification: State Of The Art Definition And Utilization*. Institute Of Media Informatics Ulm University, P. 39, 2012.
- Hall, T.; Rainer, A.; Baddoo, N. *Implementing Software Process Improvement: An Empirical Study*. *Software Process Improvement And Practice*, 2002.
- Herranz, E.; Colomo-Palacios, R., De Amescua-Seco, A.; Sánchez-Gordón, M.L. *Towards A Gamification Framework For Software Process Improvement Initiatives: Construction And Validation*. *Journal Of Universal Computer Science*, 22(12), 1509-1532, 2016.
- Herranz, E.; Colomo-Palacios, R.; De Amescua Seco, A. *Towards A New Approach To Supporting Top Managers In Spi Organizational Change Management*. In *Proceedings Of Centeris 2013 - Conference On Enterprise Information Systems / Projman 2013 - International Conference On Project Management*, *Procedia Technology*, Volume 9, Pp. 1-1372, Lisbon, Portugal, 2013.
- Herranz, E.; Colomo-Palacios, R.; De Amescua-Seco, A.; Yilmaz, M. *Gamification As A Disruptive Factor In Software Process Improvement Initiatives*. *Journal Of Universal Computer Science*, 20(6), 885–906, 2014.
- Herranz, E.; Guzman, J.; De Amescua-Seco, A.; Larrucea, X. *Gamification For Software Process Improvement: A Practical Approach*, *Iet Software*, Vol. 13, No. 2, Pp. 112–121, 2018.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification Of Learning And Instruction: Game-Based Methods And Strategies For Training And Education*. North Carolina: Pfeiffer, 366 P.
- Kitchenham, B., Budgen. D., Brereton, P., *Evidence-Based Software Engineering And Systematic Reviews*, Crc Press, 2015.
- Kitchenham, B., Charters, S. *Guidelines For Performing Systematic Literature Reviews In Software Engineering*, 2007.
- Mcgonigal, J. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better And How They Can Change The World*. Penguin, London, 2011.
- Pedreira, O., García, F., Piattini, M., Cortinas, A., and Cerdeira-Pena, A., “An Architecture for Software Engineering Gamification”, *TSINGHUA SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 2020.

Ruiz, M., Trinidad, M., Calderón, A., “Gamification and functional prototyping to support motivation towards software process improvement”, International Conference on Product-Focused Software Process Improvement, 2016.

SEI. Capability Maturity Model Integration (Cmmi) For Development, Version 2.0. Carnegie Mellon, Usa, 2018.

Soares, E. M. And Oliveira, S. R. B. "An Analysis Of Gamification Elements For A Solving Proposal Of Software Process Improvement Problems", In: 16th International Conference On Software Technologies (Icsoft 2021), Pages 294-301. Online, 2021.

Soares, E. M. And Oliveira, S. R. B. “Na Analysis Of Problems In The Implementation Of Software Process Improvement: A Literature Review And Survey” (Contecsi/Pse-6480), 2020.

Softex. Guia Geral Mps De Software (Mr-Mps-Sw). Associação Para Promoção Da Excelência Do Software Brasileiro - Softex, 2021.

Yilmaz, M., O'Connor, R. V.,” A Scrumban integrated gamification approach to guide software process improvement: a Turkish case study”, Tehnicki Vjesnik, 2016.

Werbach, K., Hunter, D.: For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Wharton Digital Press, 2012.

Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., Wesslén, A., . Experimentation In Software Engineering. Springer Us, 2000.

Wohlin. C., Guidelines For Snowballing In Systematic Literature Studies And A Replication In Software Engineering, Ease '14, London, England, Bc, United Kingdom, 2014.

Zichermann, G., Cunningham, C.: Gamification By Design: Implementing Game Mechanics In Web And Mobile Apps. O'reilly Media, Newton, 2011.