



Vértices (Campos dos Goitacazes)

ISSN: 1415-2843

ISSN: 1809-2667

essentia@iff.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Fluminense

Brasil

# O Qualif e os jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software

Alves Rocha, Maria Alciléia; Barboza Hermes, Higor; Alves Moreno Cantilier, Aline; Mendes Alves, Luana

O Qualif e os jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software

Vértices (Campos dos Goitacazes), vol. 22, núm. 2, 2020

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil

**Disponível em:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=625764627015>

**DOI:** <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v22n22020p181-207>

Este documento é protegido por Copyright © 2020 pelos Autores.



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

DOSSIÊ TEMÁTICO: "TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO: ESTRATÉGIAS INOVADORAS"

## O Qualif e os jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software

Qualif and digital games that support the teaching and learning of software quality

Qualif y juegos digitales que apoyan la enseñanza y el aprendizaje sobre la calidad de software

Maria Alcileia Alves Rocha <sup>1</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Fluminense Campus Campos Centro, Brasil  
aalves@iff.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0002-2705-4880>

DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v22n22020p181-207>  
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=625764627015>

Higor Barboza Hermes <sup>2</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Fluminense Campus Campos Centro, Brasil  
higorbhermes@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-2880-0603>

Aline Alves Moreno Cantilier <sup>3</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Fluminense Campus Campos Centro, Brasil  
alinealvesmc@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-3120-2687>

Luana Mendes Alves <sup>4</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Fluminense Campus Campos Centro, Brasil  
luana12mendes@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-5472-5803>

Recepção: 20 Março 2020

Aprovação: 27 Abril 2020

### RESUMO:

O problema abordado neste artigo refere-se à formação de graduandos e profissionais para atuar na produção de *software*, que contemple habilidades e competências sobre qualidade de *software*. Dado que a disciplina qualidade de *software* envolve extenso conteúdo teórico, é importante incluir estratégias para motivar e proporcionar a aprendizagem dos alunos, como o uso de jogos digitais. O objetivo deste artigo é apresentar o Qualif e compará-lo com outros 14 jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem

### AUTOR NOTES

- 1 Mestre em Engenharia de Produção (UENF). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos Centro – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: aalves@iff.edu.br.
- 2 Bacharel em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos Centro – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: higorbhermes@gmail.com.
- 3 Bacharelanda em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos Centro – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: alinealvesmc@gmail.com.
- 4 Bacharelanda em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos Centro – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: luana12mendes@gmail.com.

sobre qualidade de *software*, identificados através de mapeamento sistemático da literatura. A comparação dos jogos baseou-se em facetas adaptadas de uma taxonomia para *serious games*. Os resultados demonstraram que o Brasil é um dos principais países que realizam pesquisas na área. Além disso, a pesquisa evidenciou os gêneros, plataformas, tópicos relacionados à disciplina de qualidade de *software*, características e métodos de avaliação dos jogos selecionados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino-aprendizagem, Qualidade de software, *Serious games*, Jogo digital, Jogo eletrônico.

## ABSTRACT:

This paper discusses the training of IT undergraduates and professionals to develop quality software which include skills and competences on software quality. Given that the software quality discipline involves extensive theoretical content, strategies to motivate and provide student learning, such as the use of digital games, are crucial. This paper aims at presenting the Qualif software and its comparison with 14 other digital games that support the teaching and learning of software quality. The games were identified using systematic literature mapping. The comparison was based on a tailored taxonomy for educational serious games. The results showed that Brazil is one of the main countries where research in the area of games to the discipline of software quality is carried out. In addition, the research evidenced namely genres, platforms, characteristics and assessment methods applied to the selected games.

**KEYWORDS:** Teaching and learning, Software Quality, Serious games, Digital game, Electronic game.

## RESUMEN:

El problema abordado en este artículo se refiere a la capacitación de los profesionales de TI para trabajar en la producción de *software*, que incluye habilidades y competencias sobre la calidad de *software*. Dado que la disciplina de calidad de *software* implica un amplio contenido teórico, es importante incluir estrategias para motivar y proporcionar el aprendizaje de los estudiantes, como el uso de juegos digitales. El propósito de este artículo es presentar el Qualif y compararlo con otros 14 juegos digitales que apoyan la enseñanza y el aprendizaje sobre la calidad de *software*, identificados a través del mapeo sistemático de literatura. La comparación de los juegos se basó en facetas adaptadas de la taxonomía para juegos serios. Los resultados mostraron que Brasil es uno de los principales países que realizan investigaciones en el área de juegos en el área de la disciplina de calidad de *software*. Además, la pesquisa evidenció los géneros, plataformas, características y métodos de evaluación de los juegos seleccionados.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza y aprendizaje, Calidad de *software*, Juegos serios, Juego digital, Juego electrónico.

## 1 INTRODUÇÃO

Produtos de *software* apoiam as pessoas rotineiramente em diversas circunstâncias, como na produção e negociação de bens e serviços, no monitoramento de ambientes, e no processo de ensino-aprendizagem. A demanda crescente por produtos de *software* requer profissionais hábeis em desenvolvê-los primando pela qualidade. A ISO/IEC (2011) define qualidade de *software* como o grau em que o produto de *software* satisfaz necessidades estabelecidas e implícitas, quando usado sob condições especificadas.

Contudo, as pesquisas de Von Wangenheim e Silva (2009), Kitchenham, Budgen e Brereton (2005) e Lethbridge (1999) demonstraram que, apesar da garantia da qualidade estar entre os dez tópicos mais importantes para a formação profissional em Engenharia de Software, os profissionais confirmaram que aprenderam mais depois da graduação (VON WANGENHEIM; SILVA, 2009). Villavicencio e Abran (2011) também concluíram que engenheiros de *software* saem da universidade sem conhecimento adequado sobre medição, para atuar na indústria de *software*.

A formação de profissionais graduados na área de computação é desafiadora. Ao focar na disciplina de qualidade de *software*, observa-se uma disciplina abrangente em termos de teoria e prática. As ementas dessa disciplina, referentes a seis cursos de Sistemas de Informação de universidades brasileiras, abordam tópicos sobre: histórico da qualidade, fundamentos da qualidade, processos da qualidade, qualidade de processo e produto, normas ISO/IEC 15504 (ISO/IEC, 2004) e ISO/IEC 9126 (ISO/IEC, 2001), substituída pela ISO/IEC 25010 (ISO/IEC, 2011) e planejamento de sistemas de qualidade de *software* (ROCHA *et al.*, 2019). Além desses, tópicos sobre testes de *software* são considerados, devido à contribuição dos testes para

melhoria da qualidade de *software*. A ementa da disciplina de qualidade de *software*, do curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal Fluminense, cobre tais tópicos.

Neste contexto, a maneira de abordar tantos tópicos teóricos pode tornar as aulas enfadonhas e desinteressantes, o que influencia no abandono dos cursos na área de computação. A pesquisa realizada pelo Instituto Lobo apontou que 22% dos alunos de instituições públicas e 31% de instituições privadas brasileiras abandonaram os cursos dessa área, nos anos de 2014 e 2015, sendo uma das maiores taxas de evasão (SILVA FILHO, 2017).

Para atenuar esse problema, as estratégias adotadas para apoiar o ensino-aprendizagem devem tornar as aulas interessantes, motivar os alunos, bem como promover a formação de profissionais com as habilidades e competências requeridas. A motivação dos estudantes é fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Os jogos apresentam-se como uma das principais ferramentas utilizadas para motivar e auxiliar os estudantes em seu aprendizado, em especial, naquelas disciplinas majoritariamente teóricas, que exigem mais estímulos para manter os alunos interessados. Muitos jogos são utilizados no ensino de computação, nas mais diversas instituições de ensino (BATTISTELLA; VON WANGENHEIM, 2016).

As pesquisas evidenciam vantagens e limitações dos jogos para apoiar o ensino-aprendizagem. Mais especificamente, os jogos digitais são considerados uma estratégia instrucional eficaz e eficiente para o ensino da computação (PETRI *et al.*, 2019). Para a pergunta: os jogos são ferramentas eficazes para apoiar o aprendizado? A resposta da pesquisa realizada por Freitas (2018) é extremamente positiva. Contudo, Freitas (2018) destacou que, embora pareça que os jogos aumentam a motivação dos alunos, sendo envolventes e estando associados a mudanças comportamentais, são necessários mais estudos para garantir que os interesses dos alunos sejam atendidos em diferentes contextos.

Huizinga (2019) enfatiza que “o Jogo é uma função do ser vivo, mas não é passível de definição exata em termos lógicos, biológicos ou estéticos. [...] Teremos de limitar-nos a descrever suas principais características”. Resumindo as características formais do jogo, descritas por Huizinga (2019): (i) é uma atividade voluntária e livre, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total; (ii) é uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter lucro; (iii) praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, (iv) segundo uma certa ordem e (v) certas regras; (vi) promove a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de segredos e a sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo, por meio de disfarces ou outros meios semelhantes. Complementando, os principais elementos dos jogos são: objetivos, interação, regras e restrições, narrativa, recompensas, resultados, *feedback*, desafio, competição e conflito (VON WANGENHEIM; VON WANGENHEIM, 2012).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar o Qualif, um ambiente multiplataforma e multijogos para apoiar o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*. Além disso, o Qualif é comparado a outros jogos digitais, identificados através do mapeamento sistemático da literatura. Pretende-se responder às seguintes questões de pesquisa:

QP1 – Quais jogos digitais apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software, incluindo testes de software?

QP2 – Quais são as semelhanças entre os jogos digitais identificados, ao compará-los à luz de facetas adaptadas da taxonomia para serious games, proposta por De Lope e Medina-Medina (2017)?

Este artigo retrata a evolução do trabalho publicado por Rocha *et al.* (2019) no intuito de abordar questões diferentes. As contribuições originais são: (i) atualização do mapeamento sistemático da literatura dos jogos digitais, que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*, no intuito de abranger os tópicos de testes de *software*, trabalhos mais recentes, apresentando resposta para QP1; (ii) desenvolvimento do Qualif para apoiar o ensino-aprendizagem de diversos tópicos sobre qualidade de *software* e (iii) comparação dos jogos digitais selecionados com o Qualif, ou seja, apresentar resposta para QP2.

## 2 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, abordando um problema cotidiano na formação de profissionais da área de computação: motivar os alunos e tornar o aprendizado sobre qualidade de *software* mais efetivo. Neste contexto, o trabalho envolveu várias atividades, conforme o modelo de processo da pesquisa (Figura 1).

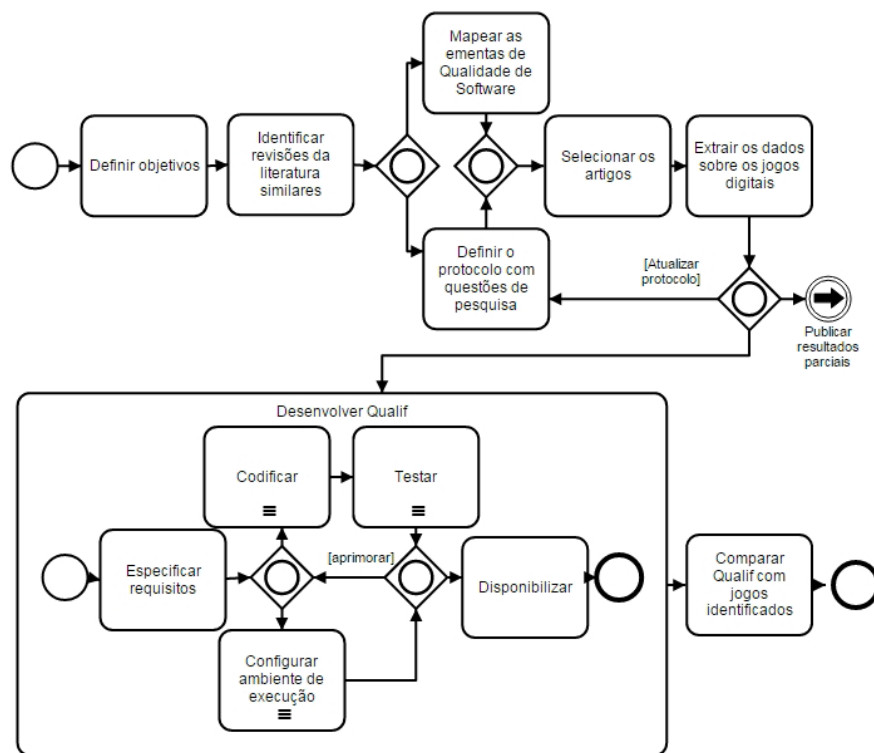


FIGURA 1.  
Modelo de processo da pesquisa

Fonte: Os autores

Dado o objetivo geral de contribuir com um jogo digital para apoiar o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*, fez-se necessário identificar jogos similares. Para isto foi realizada uma revisão *ad hoc* da literatura no intuito de identificar estudos terciários sobre os jogos no apoio ao ensino-aprendizagem na área de computação. Centenas de jogos foram reportados pelas revisões de literatura de Medeiros, Silva e Aranha (2013), Battistella e Von Wangenheim (2016) e Petri *et al.* (2019). Contudo, não foi identificado um mapeamento focado, exclusivamente, na disciplina de Qualidade de Software, o que motivou o mapeamento sistemático da literatura, seguindo protocolos predefinidos conforme recomendações de Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz (2015) e Kitchenham e Charters (2007). O protocolo explicita as ferramentas de apoio, critérios de seleção e procedimentos para extração dos dados dos artigos, para responder às questões postuladas.

Neste trabalho foram realizadas 4 iterações do mapeamento sistemático da literatura (de E1 a E4), (Quadro 1) para obter artigos em português ou inglês. A principal ferramenta de apoio utilizada foi o Scopus, que compreende mais de 20.000 periódicos científicos, nacionais e internacionais, abrangendo também artigos indexados pelo IEEEExplore, ACM Digital Library, Elsevier e Springer. Também foi utilizado o Google Acadêmico, uma ferramenta popular para busca de publicações científicas, disponível na Internet (COSTAS, 2017, p. 28).



As expressões de busca foram aperfeiçoadas ao longo do tempo no intuito de obter mais jogos digitais, com melhor taxa de retorno (%), isto é, número de artigos selecionados (S) dividido pelo número total de artigos retornados (T). A busca no Google Acadêmico foi realizada em apenas uma iteração porque resultou na menor taxa de retorno, o que requer maior esforço na realização da pesquisa. Para aumentar a confiabilidade da busca, os termos da expressão de busca foram adicionados, com base na menção em artigos obtidos nas iterações anteriores realizadas no Scopus, cujos artigos selecionados foram considerados artigos de controle, ou seja, foram retornados nas buscas subsequentes.

QUADRO 1.  
Caracterização das buscas

IDE	DATA	BUSCADOR	EXPRESSÃO DE BUSCA	T	S	%
E1	15/08/18	Scopus	( TITLE-ABS-KEY ( "Game-Based Learning" OR gamification OR gamificação OR "serious game*" OR game ) AND TITLE-ABS-KEY ( learning OR training OR apprenticeship OR aprendizagem ) AND TITLE-ABS-KEY ( "qualidade de software" OR "software quality" OR "software product quality" ) )	25	1	4,0%
E2	12/09/18	Google Scholar	("Game-Based Learning" OR gamification OR gamificação OR "serious game") AND (learning OR training OR apprenticeship OR teaching OR aprendizagem) AND ("qualidade de software" OR "software quality" OR "software product quality" )	979	11	1,1%
E3	07/08/19	Scopus	( TITLE-ABS-KEY ( "Game-Based Learning" OR gamific* OR "serious game" ) AND TITLE-ABS-KEY (learning OR training OR apprenticeship OR teach* OR aprendiz* OR ensino OR educa* ) AND TITLE-ABS-KEY ( "qualidade de software" OR "software quality" OR "software product quality" OR "quality of software" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Portuguese" ) )	18	2	11,1%
E4	06/03/20	Scopus	( TITLE-ABS-KEY ( gamific* OR game* OR jogo OR mmorpg OR mmog OR mud OR rpg OR puzzle OR quiz OR simulation OR play* ) AND TITLE-ABS-KEY ( learning OR training OR apprenticeship OR teach* OR aprendiz* OR ensino OR educa* OR edutainment ) AND TITLE-ABS-KEY ( "qualidade de software" OR "software quality" OR "software product quality" OR "quality of software" OR "software test" OR "test of software" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Portuguese" ) )	208	5	2,4%

Fonte: Os autores

Zhou *et al.* (2015) afirmam que as revisões de literatura são tão boas quanto as evidências nas quais se baseiam, o que requer também a definição de critérios de qualidade para selecionar os artigos. Neste trabalho foram aplicados os seguintes critérios de inclusão (CI), exclusão (CE) e qualidade (CQ):

CI1– Artigos revisados por pares, publicados em periódicos ou conferências.

CI2– Artigo disponível em texto completo em português ou inglês, com acesso através do serviço CAFE (Comunidade Acadêmica Federada), provido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, usando credenciais do IFFluminense.

CI3– Artigos relacionados ao tópico de interesse da pesquisa, ou seja, relata sobre jogo para apoiar o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software.

CE1– Artigos duplicados.

CE2– Artigos que não descrevem jogos digitais para apoiar o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software.

CE3 – Artigos com índice de qualidade insuficiente, ou seja, menor que 6, conforme escala para avaliação dos critérios de qualidade (0 – não contempla, 1 – contempla em parte e 2 – contempla).

CQ1– Artigo apresenta descrição clara do problema de pesquisa e seu contexto.

CQ2– Artigo apresenta descrição clara dos objetivos da pesquisa.

CQ3– Artigo apresenta descrição clara dos métodos adotados no desenvolvimento da pesquisa.

CQ4– Artigo apresenta evidências claras sobre o desenvolvimento ou avaliação do jogo digital.

CQ5– Artigo explicita limitações da pesquisa ou ameaças à validade.

Os procedimentos do mapeamento envolveram diversas etapas. Primeiro, realizou-se uma filtragem através da interpretação do título e do resumo de todos os artigos, desconsiderando livros, monografias, dissertações, teses e anais de eventos retornados pela expressão de busca. Nesse momento foram avaliados os critérios de inclusão. A segunda etapa consistiu na análise do texto completo para avaliação de sua qualidade e critérios de exclusão. Após seleção, os artigos foram lidos no intuito de extrair os dados para responder às questões postuladas (QP1 e QP2).

A partir das informações sobre os jogos digitais, identificados nas primeiras iterações do mapeamento da literatura (E1 e E2), foi definido o escopo do Qualif, de forma a cobrir tópicos da disciplina de qualidade de software não abordados pelos jogos identificados. Mais especificamente, histórico da qualidade, fundamentos da qualidade, ferramentas para garantia da qualidade e qualidade do produto, no que tange à ISO/IEC 25010: 2011 (ISO/IEC, 2011). Também foram especificados outros requisitos funcionais e não funcionais do Qualif.

O Qualif foi desenvolvido em versões para *mobile* (*smartphone* ou *tablet* com Android) e computador pessoal (Windows 10 ou Linux), usando a plataforma Unity e linguagem de programação C#. O ambiente de execução do jogo é baseado no modelo cliente servidor, cujo banco de dados com cadastros dos jogadores e respectivos desempenhos foram disponibilizados através da Web.

A organização dos dados sobre os jogos identificados, inicialmente, teve como base o mapeamento dos assuntos e tópicos abrangidos pelas ementas da disciplina qualidade de *software* das principais universidades brasileiras, conforme apresentado por Rocha *et al.* (2019). Após desenvolvimento do Qualif, foi realizada uma comparação dos jogos selecionados com o Qualif, analisando-os à luz de facetas adaptadas da taxonomia para *serious games*, proposta por De Lope e Medina-Medina (2017).

A taxonomia CSG (*Comprehensive Serious Games*) é um sistema de organização do conhecimento que incorpora uma série de conceitos de taxonomias existentes, enriquecidos com novos elementos de categorização, fornecendo uma estrutura adequada e organização semântica (DE LOPE; MEDINA-MEDINA, 2017). Essa taxonomia abrange 16 facetas agrupadas em 6 categorias: desenvolvimento do jogo (autoria e metodologia de desenvolvimento do jogo), plataforma do jogo (*hardware e deployment*), projeto do jogo (gênero, narrativa, interatividade, contexto de uso e área de aplicação), uso do jogo (avaliação, *gameplay* e adaptação), usuários do jogo (público-alvo, interação e dedicação) e modelo de negócio (licença). Este sistema de classificação é necessário porque jogos sérios são complexos e, como são multifacetados, devem ser vistos de diferentes perspectivas durante o desenvolvimento e uso (DE LOPE; MEDINA-MEDINA, 2017).

Dado que os artigos selecionados não dispõem de informação sobre todas as facetas, mas, por outro lado, apresentam dados relevantes sobre jogos sérios educativos, algumas facetas foram desconsideradas e outras foram adicionadas. Em consequência, os jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software* foram comparados à luz das seguintes facetas:

- Autoria abrange a identificação do artigo (IDA) cujos dados foram extraídos, relacionando-os aos respectivos autores (Quadro 1); a organização refere-se ao grupo de pesquisa, laboratório ou empresa envolvidos na autoria do artigo; a universidade indica a filiação dos autores, quando for o caso; e país indica a sede da organização ou universidade.
- Modelo de negócio especifica a forma de distribuição do jogo através do tipo de licença. As versões de jogos digitais educativos podem ser distribuídas através de diversas licenças, por exemplo, proprietária, comercial, *freeware*, *free to play* e *open source*.

- Plataforma refere-se aos componentes físicos para os quais o jogo foi desenvolvido, em termos de hardware (computador pessoal, *smartphone*, *tablet*) e *deployment*, ou seja, onde o jogo executa (máquina local ou servidor externo, na Web).
- Projeto do jogo abrange o gênero, interatividade e área de aplicação. De Lope e Medina-Medina (2017) destacaram que não existe um padrão para gênero de jogo, nem um acordo entre as próprias empresas que os desenvolvem. De Lope e Medina-Medina (2017) seguem a categorização de Herz (1997) e sugerem observar as regras do jogo e o projeto gráfico, ao especificar o gênero de um jogo. Neste trabalho, também são consideradas outras taxonomias mais recentes para gêneros de jogos, como as propostas de Wolf (2001) e Teixeira, Jesus e Fernandes (2007), que abrangem: ação, aventura, competição, simulação, plataforma, *quiz*, *role-playing* ou RPG, estratégia e puzzle. A interatividade estabelece como os jogadores interagem com o jogo, usando periféricos padrões (baseados em apontadores, cliques ou toques na tela) ou especiais (*joystick*, óculos 3D, acelerômetros e giroscópios para capturar movimento). A área de aplicação refere-se à educação, mas abrange facetas específicas como o nível de ensino (graduação ou pós-graduação); o nome do curso ou disciplina especificada no artigo; o assunto e respectivos tópicos identificados a partir da análise das informações sobre a finalidade do jogo em relação ao mapeamento das ementas, realizado conforme Rocha *et al.* (2019).
- Usuário do jogo abrange as facetas: interação e público-alvo. A interação indica o número de jogadores que participam na dinâmica do jogo e como eles interagem uns com os outros. *Single player* (o jogador alcança o objetivo do jogo individualmente), *multiplayer* (jogadores colaboram para alcance do objetivo do jogo), que pode ser mais específico MMORPG (*Massively Multiplayer online Role-Playing*), *multiteam* (várias equipes competem para alcançar o objetivo do jogo). O público-alvo indica uma faixa etária ou idade para a qual o jogo é adequado, no intuito de evitar conteúdo inapropriado para jogadores mais jovens. Neste trabalho, considera-se que os jogadores são universitários que, geralmente, têm mais de 18 anos.
- Uso do jogo abrange *gameplay* e avaliação. González Sánchez (2010) define *gameplay* como o conjunto de propriedades que descrevem a experiência do jogador, ao usar um jogo específico, cujo principal objetivo é entreter de uma maneira “satisfatória e credível”. De Lope e Medina-Medina (2017) adotam esta definição e consideram que *gameplay* abrange atributos que podem ser medidos e usados para classificar um jogo, tais como: satisfação, facilidade de aprender a usar o jogo, motivação (percentual de desafios, tempo), estimulação (emocional ou sensorial). Contudo, Vannucchi e Prado (2009) destacaram que o termo *gameplay* tem diversas definições, contém a fusão de dois termos: jogo (*game*) e brincadeira (*play*), de forma que emerge das interações do jogador com o ambiente, a partir da manipulação das regras e mecânicas do jogo, pela criação de estratégias e táticas que torna interessante e divertida a experiência de jogar. Adicionalmente, os atributos satisfação e facilidade de aprender a usar o jogo, citados por De Lope e Medina-Medina (2017) são definidos pela ISO/IEC 25010 (ISO/IEC, 2011) como características de qualidade de produto de software. Em consequência, neste trabalho a faceta *gameplay* foi substituída por característica, o que permite definir com que enfoque o jogo foi avaliado, em conformidade com a ISO/IEC 25010 (ISO/IEC, 2011). A característica pode ter uma definição, adotada pelos autores do artigo de onde os dados foram extraídos. Deste modo, a faceta avaliação abrange informações sobre como o jogo foi avaliado em relação à característica. Mais especificamente, o tipo de estudo (por exemplo, experimento ou *survey*); o nome do método seguido, incluindo dados dos autores, quando houver; a especificação dos instrumentos usados ou maneira de medir a característica (por exemplo, questionário e tipo de escala) e os sujeitos que participaram da avaliação (perfil e quantidade).



Os resultados da pesquisa, relacionados ao desenvolvimento do Qualif, são apresentados na seção 3. Os resultados sobre o mapeamento da literatura e comparação dos jogos digitais selecionados, considerando as facetas da taxonomia previamente definidas, são apresentados na seção 4.

### 3 QUALIF

O Qualif é um ambiente multijogos e multiplataforma para apoiar o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*. O diagrama de casos de uso do Qualif é apresentado na Figura 2. Esse tipo de diagrama faz parte da UML (*Unified Modeling Language*) e visa representar as interações entre os atores (usuários) e funcionalidades de *software*.

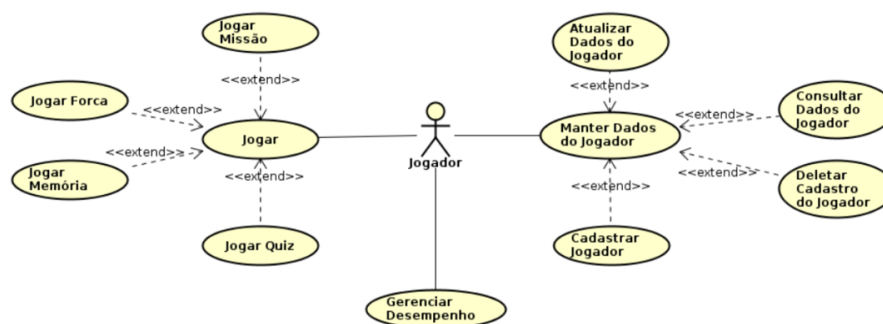


FIGURA 2.  
Diagrama de casos de uso do Qualif

Fonte: Os autores

A Figura 3 apresenta a tela principal do Qualif. A partir desta tela, os jogadores podem escolher o gênero de jogo. Na primeira versão estão disponíveis jogos dos gêneros: *quiz*, *força*, *memória* e *plataforma* (missão) (Figuras 4; 5; 6 e 7). Os jogadores também podem acessar o próprio cadastro e pontuação, bem como material de referência (livros, artigos e *links*) que fundamentaram os conceitos sobre qualidade de *software*, abordados pelo Qualif.

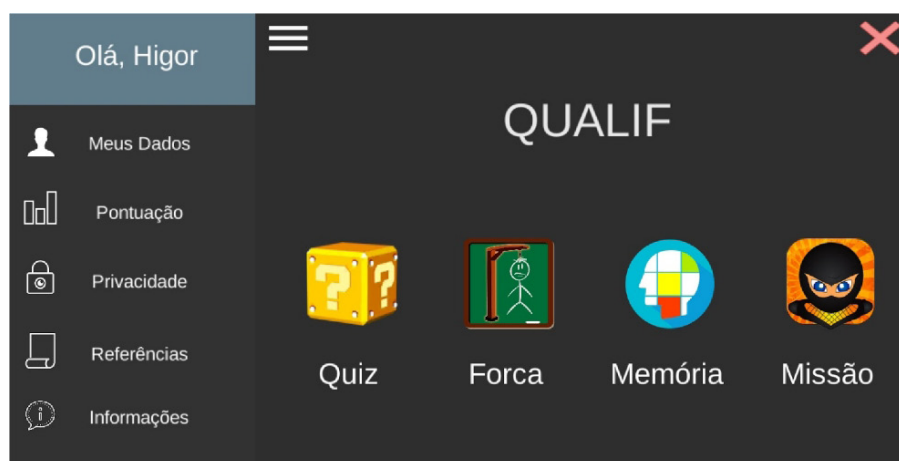


FIGURA 3.  
Tela menu principal do Qualif

Fonte: Os autores

O jogo *quiz* segue o estilo tradicional de questões de múltipla escolha com cinco opções de resposta, sendo uma correta, que conta ponto para o jogador. Inicialmente, para compor o *quiz*, foram criteriosamente escolhidas 10 questões, elaboradas por bancas de concursos públicos, como por exemplo: Fundação Carlos

Chagas (FCC) e Fundação Getúlio Vargas (FGV). Contudo, outras questões poderão ser adicionadas pelo professor, em versões futuras do Qualif. Esse gênero de jogo pode cobrir diversos tópicos da disciplina qualidade de *software*, no intuito de revisar conceitos.

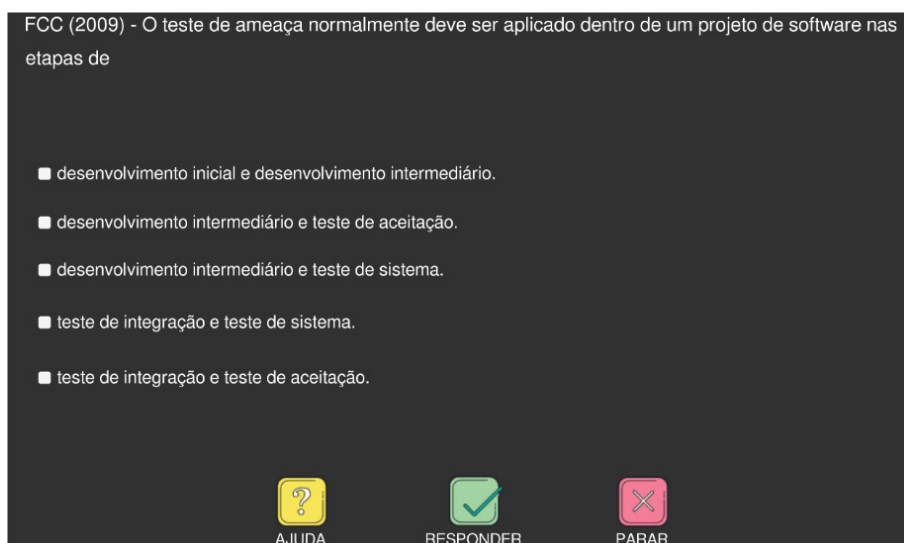


FIGURA 4.  
Exemplo do jogo *Quiz*

Fonte: Os autores

No jogo da forca, o jogador tem que descobrir a palavra secreta, tendo como parâmetro o número de lacunas e técnicas de tentativa e erro. A cada letra errada, é desenhada uma parte do corpo do enforcado. Inicialmente, o jogo da forca refere-se às definições de características de qualidade da ISO/IEC 25010 (ISO/IEC, 2011). Um elemento importante do jogo da forca é a pontuação do jogador, que inicia a partida com 100 pontos, à medida que as letras são digitadas, a pontuação varia conforme o jogador acerta ou erra. Além de estimular a competitividade, a pontuação também funciona como “moeda de troca”, pois o jogador poderá utilizá-la para obter uma dica ou revelar letras ocultas.



FIGURA 5.  
Exemplo do jogo da forca

Fonte: Os autores

O jogo de memória é formado por cartas que apresentam uma figura em um dos lados (alguma ferramenta da qualidade, tipo de teste ou principais autores da área de qualidade). Cada figura se repete em duas cartas diferentes. Para começar o jogo, as cartas são postas com as figuras voltadas para cima, o jogador poderá visualizá-las durante cinco segundos e, em seguida, deverá utilizar sua capacidade de memorização para encontrar os pares correspondentes. Ao encontrar um par correto de cartas, o jogador irá visualizar uma janela com informações sobre o assunto representado nas cartas. Também receberá indicações de referências bibliográficas para que possa estudar sobre o tema.



FIGURA 6.  
Exemplo do jogo da memória

Fonte: Os autores

O jogo de missão é do gênero plataforma, com um roteiro original, em que o jogador controla um personagem (representado por um ninja) e recebe a missão de encontrar uma ferramenta de qualidade, que possa mapear as causas do problema de baixo desempenho de um produto de *software* hipotético e, posteriormente, entregá-la à equipe de desenvolvimento do *software*.

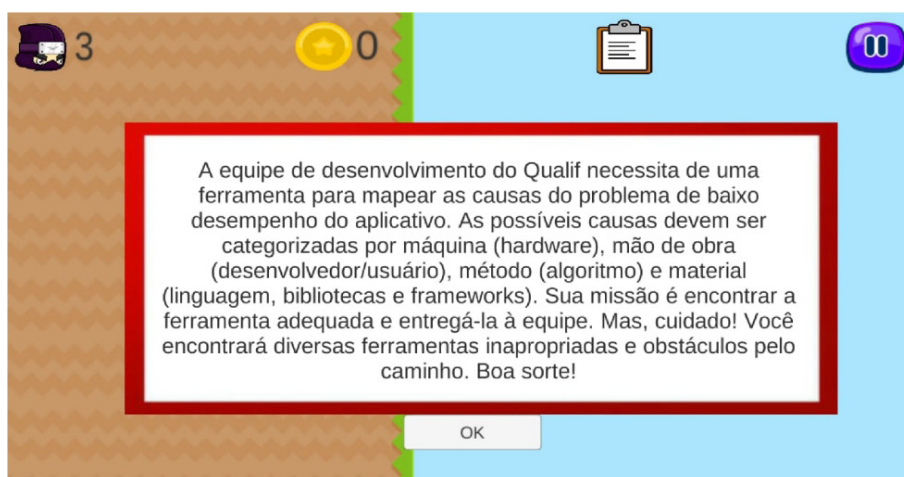


FIGURA 7.  
Exemplo do jogo de missão

Fonte: Os autores

A Figura 8 apresenta a tela em que o jogador pode consultar seu desempenho, ou seja, a pontuação obtida ao jogar o *quiz* e a força, bem como seu número de partidas, acertos e erros.



FIGURA 8.  
Tela sobre o desempenho do jogador

Fonte: Os autores

Neste trabalho, considera-se que o objetivo dos jogos *quiz* e *força* é revisar tópicos sobre qualidade de *software*. O Jogo da memória visa proporcionar ao aluno o aprendizado de tópicos que o jogador pode desconhecer. Contudo, no jogo de missão, o jogador precisa aplicar seu conhecimento prévio. Sendo assim, é importante esclarecer que, para uma melhor experiência, recomenda-se que ele jogue primeiramente o jogo da memória, momento em que poderá obter o conhecimento necessário para facilitar o cumprimento adequado da missão.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS JOGOS DIGITAIS

As quatro iterações do mapeamento sistemático da literatura (de E1 a E4) resultaram em milhares de artigos. Após aplicar os critérios de inclusão (CI) ao analisar títulos e resumos, restaram 25 artigos para aplicação dos critérios de qualidade e exclusão, ao analisar o texto completo. O Quadro 2 apresenta a lista de artigos identificados por IDA, oriundos das iterações (IDE). Os critérios de CI1 a CI3 e CE1 a CE2 foram avaliados usando o valor 1 que significa sim e 0 que significa não. O critério CE3 corresponde à soma dos valores atribuídos aos critérios de qualidade. Ao final, foram selecionados 17 artigos referentes a 14 jogos digitais que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*, publicados entre 2009 e 2019.

QUADRO 2.  
Artigos avaliados

IDA	IDE	CI1	CI2	CI3	CE1	CE2	CE3	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	ARTIGOS
A1	E4	1	1	1	0	0	10	2	2	2	2	2	Jesus <i>et al.</i> (2019)
A2	E3, E4	1	1	1	1	0	5	2	2	0	1	0	Haendler e Neumann (2019)
A3	E4	1	1	1	0	0	7	2	2	2	1	0	Buffardi e Valdivia (2018)
A4	E4	1	1	1	0	1	7	1	2	2	2	0	Mesquida e Mas (2018)
A5	E3, E4	1	1	1	1	1	10	2	2	2	2	2	Santos e Oliveira (2018)
A6	E3, E4	1	1	1	1	1	9	2	2	1	2	2	Beppe <i>et al.</i> (2018)
A7	E3, E4	1	1	1	1	0	8	2	2	2	2	0	Mi <i>et al.</i> (2018)
A8	E2	1	1	1	0	0	5	2	2	1	0	0	Furtado e Oliveira (2017)
A9	E4	1	1	1	0	0	7	2	2	1	1	1	Valle, Rocha e Maldonado (2017)
A10	E4	1	1	1	0	0	5	2	2	0	1	0	Clegg, Rojas e Fraser (2017)
A11	E2, E3, E4	1	1	1	1	0	5	2	2	0	1	0	Fraser (2017)
A12	E2, E3, E4	1	1	1	1	0	4	1	1	1	1	0	Maxim <i>et al.</i> (2016)
A13	E2	1	1	1	0	0	6	2	1	2	1	0	Silva <i>et al.</i> (2016)
A14	E2	1	1	1	0	0	8	2	2	2	2	0	Sales, Clímaco e Sales (2016)
A15	E2	1	1	1	0	0	6	1	1	2	2	0	Ribeiro e Paiva (2015)
A16	E2	1	1	1	0	0	8	2	2	2	2	0	Jorge <i>et al.</i> (2015)
A17	E2	1	1	1	0	0	8	2	2	2	2	0	Benitti e Sommariva (2015)
A18	E1, E3, E4	1	1	1	1	0	8	1	2	1	2	2	Pötter <i>et al.</i> (2014)
A19	E2	1	1	1	0	0	8	2	2	2	2	0	Ferreira <i>et al.</i> (2014a)
A20	E2	1	1	1	0	0	6	1	2	1	2	0	Ferreira <i>et al.</i> (2014b)
A21	E4	1	1	1	0	0	6	1	2	1	1	1	Andrews (2013)
A22	E2	1	1	1	0	0	6	2	2	1	1	0	Kupsch e Resende (2013)
A23	E2	1	1	1	0	0	6	2	2	1	1	0	Silveira, Thiry e Zoucas (2013)
A24	E2	1	1	1	0	0	6	1	1	1	1	2	Pötter, Schots e Werneck (2012)
A25	E2	1	1	1	0	0	7	2	2	2	1	0	Von Wangenheim <i>et al.</i> (2009)

Fonte: Os autores

O Quadro 3 apresenta a comparação do Qualif (G1) com os demais jogos selecionados (respostas para QP1 e QP2), considerando a autoria, modelo de negócio e plataforma. Observa-se que a maioria das pesquisas (73.3%) sobre jogos digitais é filiada a universidades brasileiras. Esse resultado está de acordo com o *ranking* das pesquisas realizadas no Scopus, que posicionou o Brasil entre os três principais países.



QUADRO 3.

Comparação dos jogos digitais em relação à autoria, modelo de negócio e plataforma

IDG	NOME	AUTORIA				LICENÇA	PLATAFORMA	
		IDA	Organização	Universidade	País		Hardware	Web
G1	Qualif		Compu Campos Centro	Instituto Federal Fluminense (IFF)	Brasil	Free-to-play	Computador pessoal (PC); Smartphone	Sim
G2	Bug Hunter	A1	DC	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	Brasil		Computador pessoal (PC)	
			Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC)	Universidade de São Paulo (USP)				
G3	Bug Hide-and-Seek	A3	Departamento de Ciência da Computação	California State University	Estados Unidos		Computador pessoal (PC)	
G4	GamiCRS	A7	Departamento de Ciência da Computação	City University of Hong Kong	Hong Kong (China)		Computador pessoal (PC)	Sim
G5	Testing Game	A9	ICMC	Universidade de São Paulo (USP)	Brasil	Software livre	Computador pessoal (PC)	Sim
G6	gTestLearning	A13		Unibeac	Brasil		Computador pessoal (PC)	Sim
				Faculdade Estácio Recife				
				Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)				
G7	UsabilCity	A14, A19 e A20	Instituto de Computação	Universidade Federal do Amazonas (UFAM)	Brasil		Computador pessoal (PC)	Sim
G8	iLearnTest	A15	INESC TEC e Dep. de Engenharia Informática	Universidade do Porto	Portugal			
G9	iTestLearning	A16		Universidade Federal do Ceará (UFC)	Brasil		Computador pessoal (PC)	
G10	UsabilityGame	A17		Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Brasil			Sim
				Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)				
G11	InspectorX	A18 e A24		Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)	Brasil		Computador pessoal (PC)	Sim
				Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)				
G12	Killer App	A21	Departamento de Ciência da Computação	University of Western Ontario	Canadá	Creative Commons		
G13	SPIAL	A22	Departamento de Ciência da Computação	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Brasil		Computador pessoal (PC)	
G14	SPI City	A23		Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)	Brasil			
G15	X-MED	A25	CTTMAR	Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)	Brasil	Livre utilização	Computador pessoal (PC)	
			Dep. de Informática e Estatística	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)				
			Whirlpool S.A.					

Fonte: Os autores

O Quadro 4 apresenta a comparação em relação ao projeto e usuário de cada jogo (resposta para QP2). A análise dos artigos evidenciou que 46,7% dos jogos são classificados no gênero simulação e um único jogador interage com o jogo (*single player*) em 66,7% dos casos. A interatividade observada sobre os jogos selecionados foi a padrão, baseada em apontadores, cliques e toques na tela, já que a maioria dos jogos foi desenvolvida

para computador pessoal e Web. Além disso, nenhum artigo mencionou a necessidade de periféricos especiais como *joystick* e óculos 3D.

QUADRO 4.  
Comparação dos jogos digitais em relação ao projeto e usuário do jogo

IDG	GÊNERO	INTERAÇÃO	ÁREA DE APLICAÇÃO: EDUCAÇÃO			
			Nível	Curso	Assunto	Tópicos
G1	Plataforma, força, quiz e memória	Single player	Graduação	Sistemas de Informação	Fundamentos da qualidade, qualidade do produto e testes	Principais autores e ferramentas da qualidade, características de qualidade ISO/IEC 25010, tipos de testes
G2	Quiz, competição	Multi-player	Graduação	Computação	Testes de software	Conceitos básicos de teste e Teste Funcional e seus principais critérios
G3		Single player	Graduação e pós		Testes de software	Introdução e princípios de testes unitários
G4	Quiz	Single player			Qualidade do produto	Avaliação da legibilidade de software
G5		Single player			Testes de software	Técnicas de testes de software
G6	Plataforma, quiz, RPG	Single player			Testes de software	Certificação Foundation do ISTQB ( <i>International Software Testing Qualifications Board</i> )
G7		Single player	Graduação	Computação	Qualidade do produto	Avaliação da usabilidade através das heurísticas propostas por Nielsen (1993).
G8	Plataforma, força, quiz, drag-and-drop				Testes de software	Certificação Base do ISTQB baseado na estrutura de capítulos do programa de certificação da versão de 2011
G9	Simulação	Single player	Graduação	Computação/informática	Testes de software	Planejamento e projeto de testes
G10	Simulação	Single player	Graduação	Sistemas de Informação	Qualidade do produto	Usabilidade da ISO/IEC 9126
G11	Simulação	Multi-player	Graduação	Computação	Proc. de garantia de qualidade	Inspeção de software, detecção de defeitos
G12	Simulação	Multi-player	Graduação e pós		Proc. de garantia de qualidade	Técnicas de SQA ( <i>Software Quality Assurance</i> )
G13	Simulação	Single player	Graduação		Qualidade do Processo	Melhoria de Processo de Software com base no CMMI (CMU e SEI, 2010)
G14	Simulação		Graduação e pós	Computação/informática	Qualidade do Processo	Melhoria de processo de software, com foco no nível G do MPS-BR
G15	Simulação, competição/desafio	Single player	Pós-graduação	Computação	Processos da Qualidade	Medição de software para a gestão de projetos alinhada ao nível 2 de maturidade do CMMI-DEV(CMU e SEI, 2006) ou o respectivo nível F do modelo MSP.BR (SOFTEX, 2007)

Fonte: Os autores

Quanto à área de aplicação, os jogos são destinados à educação, em nível de graduação e pós-graduação, de cursos de computação/informática. Os principais assuntos e tópicos da disciplina de qualidade de *software* abordados pelos jogos referem-se a testes de *software* (46,7%) e qualidade do produto (33,3%). Ressalta-se que Qualif é o único jogo que aborda qualidade do produto com base na norma internacional mais recente, a ISO/IEC 25010:2011.

O Quadro 5 mostra a comparação sobre o uso do jogo, ou seja, forma de avaliação da característica.

QUADRO 5.  
Comparação dos jogos digitais em relação ao uso do jogo

Nº	Nome do jogo	Objetivo	Forma de avaliação	Forma de avaliação	Forma de avaliação
1	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
2	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
3	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
4	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
5	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
6	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
7	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
8	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
9	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
10	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
11	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
12	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
13	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
14	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software
15	Qualif	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software	Qualidade de software

Fonte: autores

Os resultados apresentados no Quadro 5 evidenciam que a maioria dos jogos (86,7%) foram submetidos a algum estudo de avaliação, principalmente via experimentos, em relação a alguma característica. Não foi possível extrair evidências da avaliação sobre dois jogos (G6 e G14). As principais características avaliadas são as definidas no modelo proposto por Savi, Von Wangenheim e Borgatto (2011), mais especificamente, motivação do usuário, experiência do usuário e aprendizagem do usuário.

Ressalta-se que a eficácia avaliada em G1 e desempenho avaliado em G2 também denotam aprendizagem, dados os instrumentos de medição usados (pré e pós-testes), conforme os demais jogos que avaliaram a aprendizagem. Neste caso, os sujeitos que participam do estudo respondem questões sobre determinado tópico de qualidade de *software* antes e depois de jogar. A aprendizagem é analisada em termos da quantidade de questões respondidas corretamente, ao comparar os resultados do pré e pós-teste. Geralmente, a motivação, experiência do usuário, usabilidade, satisfação e prazer são medidas através de questionários, usando a escala de Likert, seja de 5 ou 7 pontos.

Outra observação refere-se à dificuldade em definir diferenciando os termos eficácia, eficiência e efetividade. Os autores apresentam nenhuma ou diferentes definições e formas de medir tais características, o que dificulta a comparação dos jogos à luz dessas características. Uma sugestão é que os autores as definam e avaliem em conformidade com as normas internacionais ISO/IEC.

A quantidade de sujeitos que participou dos estudos de avaliação variou de 1 a 161. Destaca-se que o número reduzido de participantes implica resultados inconclusivos sobre as características avaliadas, mas pode fornecer *feedback* significativo para apoiar decisões de melhoria no jogo, quanto à usabilidade e ao *gameplay*, por exemplo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo contribuiu com o desenvolvimento e apresentação do Qualif, bem como na identificação (resposta a QP1) e comparação (resposta a QP2) de 15 jogos digitais, que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*. Foram analisados 8 jogos a mais que em Rocha *et al.* (2019), à luz de diversas outras facetas. Ressaltamos também que, possivelmente, o número de jogos que apoia o processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina seja superior, pois muitos jogos desenvolvidos para outras disciplinas, em

especial Engenharia de Software, possuem assuntos correlatos, podendo ser utilizados como ferramentas de motivação em ambas as disciplinas. Além disso, jogos descritos em monografias, dissertações e teses não foram considerados, devido às restrições dos critérios de seleção.

A análise comparativa dos jogos à luz das facetas adaptadas da taxonomia evidenciou algumas similaridades entre os jogos, que geralmente são restritos a alguns tópicos da disciplina qualidade de *software*, e não cobrem, por exemplo, o tópico sobre o planejamento de sistemas de qualidade. Essa constatação motiva o aprimoramento do Qualif, para incluir outros tópicos em seus jogos.

Como trabalho futuro, também se sugere aprimorar o Qualif, considerando as necessidades de melhorias identificadas ao realizar as avaliações preliminares. Além disso, realizar outros estudos de avaliação, à luz de outras características e usando o modelo proposto por Savi, Von Wangenheim e Borgatto (2011).

Assim como em Rocha *et al.* (2019), é importante salientar que esta pesquisa possui limitações. Dentre elas, destacam-se algumas ameaças à validade, pois não foi possível identificar a totalidade dos artigos disponibilizados na internet sobre jogos digitais que apoiam o processo de ensino-aprendizagem sobre qualidade de *software*. Essa limitação se deve a questões tecnológicas, econômicas e sociais, pois existem artigos publicados em idiomas dos quais os pesquisadores não dominam, ou cujo acesso ao texto completo têm custo inacessível. Em consequência, essa pesquisa limitou-se a selecionar artigos conforme critérios definidos no protocolo. Além disso, a expressão de busca pode não ter sido abrangente o suficiente, e o Google Acadêmico apresentou algumas limitações que dificultaram a pesquisa, tanto em relação à expressão de busca e quantidade de artigos retornada. Os resultados também são passíveis de viés dos pesquisadores, devido às suas percepções subjetivas. No intuito de minimizar esse viés, um protocolo para o mapeamento sistemático da literatura foi adotado e os dados extraídos foram revisados por um pesquisador mais experiente.

## REFERÊNCIAS

- ANDREWS, J. H. Killer App: A Eurogame about software quality. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION AND TRAINING, CSEE&T, 26., 2013, San Francisco, California. *Anais [...]*. San Francisco, California, Estados Unidos: IEEE, 2013. p. 319-323.
- BATTISTELLA, P.; VON WANGENHEIM, C. G. Games for teaching computing in higher education: a systematic review. *IEEE Technology and Engineering Education Journal*, v. 9, n. 1, p. 8-30, 2016.
- BENITTI, F. B. V.; SOMMARIVA, L. Evaluation of a game used to teach usability to undergraduate students in computer science. *Journal of Usability Studies*, v. 11, n. 1, p. 21-39, 2015.
- BEPPE, T. A. *et al.* GreaTest: a card game to motivate the software testing learning. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 32., 2018, São Carlos, SP, Brasil. *Anais [...]*. p. 298-307.
- BUFFARDI, K.; VALDIVIA, P. Bug Hide-and-Seek: An Educational Game for Investigating Verification Accuracy in Software Tests. *In*: 2018 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, FIE, 2018, California, Estados Unidos. *Anais [...]*. California, Estados Unidos: IEEE, 2018. p. 1-8.
- CLEGG, B. S.; ROJAS, J. M.; FRASER, G. Teaching software testing concepts using a mutation testing game. *In*: 2017 IEEE/ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING: SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION AND TRAINING TRACK, ICSE-SEET, 39., 2017, Buenos Aires, Argentina. *Anais [...]*. Buenos Aires, Argentina: IEEE, 2017. p. 33-36.
- CMU, Carnegie Mellon University. SEI, Software Engineering Institute. **CMMI® for Development**, version 1.2. 2006. Disponível em: [http://cc.ee.ntu.edu.tw/~farn/courses/SE/CMMI\\_DEV\\_V12.pdf](http://cc.ee.ntu.edu.tw/~farn/courses/SE/CMMI_DEV_V12.pdf). Acesso em: 10 fev. 2020.
- CMU, Carnegie Mellon University. SEI, Software Engineering Institute. **CMMI® for Development**, version 1.3: Improving processes for developing better products and services. 2010. Disponível em: [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/TechnicalReport/2010\\_005\\_001\\_15287.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2010_005_001_15287.pdf). Acesso em: 11 fev. 2020.



- COSTAS, R. Discussões gerais sobre as características mais relevantes de infraestruturas de pesquisa para a cientometria. *In: MUGNAINI, R.; FUJINO, A.; KOBASHI, N. Y. (org.). Bibliometria e Cientometria no Brasil: infraestrutura para avaliação da pesquisa científica na Era do Big Data.* São Paulo: USP, 2017. p. 19-42.
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Management Information Systems Quarterly*, v. 13, n.3, p. 319-340, set. 1989.
- DE LOPE, R. P.; MEDINA-MEDINA, N. A comprehensive taxonomy for serious games. *Journal of Educational Computing Research*, v. 55, n. 5, p. 629-672, 2017.
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. Levels of analysis, regnant causes of behavior and well-being: The role of psychological needs. *Psychological Inquiry*, v. 22, n. 1, p. 17-22, 2011.
- ERGOLIST. *CheckList*. 2011. Disponível em: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/check.htm>. Acesso em: 12 ago. 2018.
- FERREIRA, B. *et al.* Apoiando o Ensino de Qualidade de Software. *In: FÓRUM DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE, FEES, 7., 2014, Maceió, AL, Brasil. Anais [...].* Maceió, Brasil: SBC, 2014a. p. 12-21.
- FERREIRA, B. M. *et al.* UsabiliCity: um jogo de apoio ao ensino de propriedades de usabilidade de software através de analogias. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 25., 2014, Dourados, MS, Brasil. Anais [...].* 2014b. p. 1273.
- FRASER, G. Gamification of software testing. *In: 2017 IEEE/ACM INTERNATIONAL WORKSHOP ON AUTOMATION OF SOFTWARE TESTING, AST, 12., 2017, Buenos Aires, Argentina. Anais [...].* Buenos Aires, Argentina: IEEE, 2017. p. 2-7.
- FREITAS, S. de. Are games effective learning tools? A review of educational games. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 21, n. 2, p. 74-84, 2018.
- FURTADO, L. S.; OLIVEIRA, S. R. B O. A Teaching Method for Software Measurement Process based on Gamification. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING ADVANCES, ICSEA, 12., 2017, Atenas, Grécia. Anais [...].* p. 12.
- GONZÁLEZ SÁNCHEZ, J. L. *Jugabilidad: caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos.* 2010. Tese (Doutorado em Informática) – Universidade de Granada, Granada, Espanha, 2010. Disponível em: <http://digibug.ugr.es>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- HAENDLER, T.; NEUMANN, G. Serious Games for Software Refactoring. *In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 52., 2019, Honolulu, Hawaii. Anais [...].* p. 181-182.
- HERZ, J. C. *Joystick nation: How videogames ate our quarters, won our hearts, and rewired our minds.* Boston: Little, Brown & Co. Inc., 1997.
- HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura.* Tradução João Paulo Monteiro; revisão da tradução Newton Cunha. 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2019.
- ISO/IEC. ISO/IEC 9126-1:2001: Software engineering Product quality. Part 1: Quality model.
- ISO/IEC. ISO/IEC 15504-4:2004: Information technology Process assessment. Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination.
- ISO/IEC. ISO/IEC 25010:2011: Systems and software engineering: Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE): System and software quality models.
- JESUS, G. M. *et al.* Is It Worth Using Gamification on Software Testing Education? An Experience Report. *In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON SOFTWARE QUALITY, SBQS 2019, 18., 2019, Fortaleza, Brasil. Anais [...].* Fortaleza, Brasil: SBC, 2019. p. 178-187.
- JORGE, F. F. *et al.* A evolução do jogo iTestLearning para o ensino das atividades de execução de testes de software. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, TISE: Nuevas Ideas en Informática Educativa, 20., 2015, Santiago, Chile. Anais [...].*
- KITCHENHAM, B.; BUDGEN, D.; BRERETON, P. An investigation of software engineering curricula. *Journal of Systems and Software*, v. 74, n. 3, p. 325-335, 2005.



- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Keele University and Durham University Joint Report**, 2007. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=BDE2BA7D97BFE5E53FEBA66605EBA6F5?doi=10.1.1.117.471&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 10 abr. 2018.
- KUPSCH, D. C. C.; RESENDE, R. S. F. SPIAL: Uma Ferramenta de Apoio ao Aprendizado de Melhoria de Processos de Software. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 2., 2013, Campinas, SP, Brasil. Anais [...]*.
- LABG, P. Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications. *In: SIDOWSKI, J. B.; JOHNSON, J. H.; WILLIAMS, T. A. (org.). Technology in mental health care delivery systems*. Norwood: Ablex, 1980. p. 119-137.
- LETHBRIDGE, T. C. The relevance of education to software practitioners: data from the 1998 survey. **Computer Science Technical Report TR-99-05**, School of Information Technology and Engineering, University of Ottawa, Ottawa, Canada, 1999. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/2809490\\_The\\_Relevance\\_of\\_Education\\_to\\_Software\\_Practitioners\\_Data\\_from\\_the\\_1998\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/2809490_The_Relevance_of_Education_to_Software_Practitioners_Data_from_the_1998_Survey). Acesso em: 15 maio 2018.
- MAXIM, B. R. *et al.* An agile software engineering process improvement game. *In: 2016 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, FIE, 2016, Erie, Pennsylvania, Estados Unidos. Anais [...]*. Erie, Pennsylvania, Estados Unidos: IEEE, 2016. p. 1-4.
- MEDEIROS, T. J.; SILVA, T. R.; ARANHA, E. H. S. Ensino de programação utilizando jogos digitais: uma revisão sistemática da literatura. **Renote**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, 2013.
- MESQUIDA, A.; MAS, A. Experiences on the use of a game for improving learning and assessing knowledge. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 26, n. 6, p. 2058-2070, 2018.
- MI, Q. *et al.* A Gamification Technique for Motivating Students to Learn Code Readability in Software Engineering. *In: 2018 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EDUCATIONAL TECHNOLOGY, ISET, 2018, Osaka, Japão. Anais [...]*. Osaka, Japão: IEEE, 2018. p. 250-254.
- NIELSEN, J. **Usability engineering**. Londres: Academic Press, 1993.
- PEIXOTO, D. C. C., *et al.* Semiotic Inspection Method in the Context of Educational Simulation Games. *In: ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, SAC'10, 25., 2010, Sierre, Suíça. Anais [...]*. Sierre, Suíça: ACM, 2010. p. 1207-1212.
- PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: an update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1-18, 2015.
- PETRI, G. *et al.* Digital Games for Computing Education: What Are the Benefits? *In: KRASSMANN, A. L. et al. (org.). Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments*. IGI Global, 2019. p. 35-62.
- PÖTTER, H. *et al.* InspectorX: a game for software inspection training and learning. *In: 2014 IEEE CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION AND TRAINING, CSEE&T, 27., 2014. Anais [...]*. IEEE, 2014. p. 55-64.
- PÖTTER, H.; SCHOTS, M.; WERNECK, V. M. B. Evolução e um estudo exploratório do jogo InspectorX. *In: FÓRUM DE EDUCAÇÃO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, FEES'12, 2012, Natal, RN. Anais [...]*.
- RIBEIRO, T. P. B.; PAIVA, A. C. R. iLearnTest: Educational game for learning software testing. *In: 2015 IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, CISTI, 10., 2015, Aveiro, Portugal. Anais [...]*. Aveiro, Portugal: IEEE, 2015. p. 1-6.
- ROCHA, M. A. A. *et al.* Um mapeamento sistemático dos jogos que apoiam o ensino-aprendizagem sobre qualidade de software. *In: CONGRESSO INTEGRADO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 10., nov. 2019, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. Anais [...]*.
- SALES, A. B.; CLÍMACO, G. S.; SALES, M. B. Aplicação do jogo Usability na disciplina Interação Humano-Computador: um Estudo Comparativo. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 8, 2016.

- SANTOS, E. D.; OLIVEIRA, S. R. B. Gamification and Evaluation the Use of the Function Points Analysis Technique in Software Quality Subjects: The Experimental Studies. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, SBQS 2018, 17., 2018, Curitiba, PR. **Anais [...]**. Curitiba, PR, Brasil: SBC, 2018. p. 354-362.
- SAVI, R.; VON WANGENHEIM, C.; BORGATTO, A. Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, SBES 2011, 15., 2011, São Paulo, SP. **Anais [...]**.
- SILVA, C. *et al.* gTest Learning: Um Jogo para Ensino Básico de Teste de Software. *In*: CONGRESSO REGIONAL SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 2016, Recife, PE, Brasil. **Anais [...]**.
- SILVA FILHO, R. L. L. **A evasão no ensino superior brasileiro: novos dados**. 2017. Disponível em: [http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art\\_088.pdf](http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art_088.pdf). Acesso em: 27 ago. 2019.
- SILVEIRA, J. L.; THIRY, M.; ZOUCCAS, A. C. SPI City: Jogo Educacional para Apoiar o Ensino de Melhoria de Processo de Software. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, SBQS 2013, 12., 2013, Salvador, BA. **Anais [...]**. p. 51-65.
- SOFTEX. Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro. **MPS-Melhoria de Processo de Software e Serviços: Guia Geral MPS de Software. Versão 1.2**. 2007. Disponível em: [http://www.ic.uff.br/~leomurta/papers/MPS.BR\\_Guia\\_Geral\\_V1.2.pdf](http://www.ic.uff.br/~leomurta/papers/MPS.BR_Guia_Geral_V1.2.pdf). Acesso em: 13 fev. 2019.
- TEIXEIRA, J. S. F.; JESUS, E. V.; FERNANDES, C. T. A taxonomy of educational games compatible with the LOM-IEEE data model. *In*: Workshop Brasileiro em Web Semântica e Educação, 1., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE 2007, 18., nov. 2007, São Paulo, SP. **Anais [...]**. p. 37-47.
- VALLE, P. H. D.; ROCHA, R. V.; MALDONADO, J. C. Testing Game: An Educational Game to Support Software Testing Education. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, SBES, 31., 2017, Fortaleza, CE, Brasil. **Anais [...]**. p. 289-298.
- VANNUCCHI, H.; PRADO, G. Discutindo o conceito de gameplay. **Texto Digital**, v. 5, n. 2, p. 130-140, 2009.
- VILLAVICENCIO, M.; ABRAN, A. Facts and Perceptions Regarding Software Measurement in Education and in Practice: Preliminary Results. **Journal of Software Engineering and Applications**, v. 4, n. 4, p. 227-34, 2011.
- VON WANGENHEIM, C. G.; VON WANGENHEIM, A. **Ensinando computação com jogos**. Florianópolis: Bookess Editora, 2012.
- VON WANGENHEIM, C. G. *et al.* Desenvolvimento de um jogo para ensino de medição de software. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, SBQS 2009, 8., 2009, Ouro Preto, MG, Brasil. **Anais [...]**. Ouro Preto, MG, Brasil: SBC, 2009.
- VON WANGENHEIM, C. G.; SILVA, D. A. Qual conhecimento de engenharia de software é importante para um profissional de software? *In*: FÓRUM DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2., 2009, Fortaleza, CE, Brasil. **Anais [...]**. p. 1-8.
- WOLF, M. J. P. Genre and the video game. *In*: WOLF, M. J. P. **The medium of the video game**. Texas, Estados Unidos: University of Texas Press, 2001. p. 113-134.
- ZHOU, Y. *et al.* Quality Assessment of Systematic Reviews in Software Engineering: A Tertiary Study. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 19., 2015, Nanjing, China. **Anais [...]**. Nanjing, China: ACM Press, 2015. p. 1-14.

## INFORMAÇÃO ADICIONAL

**NOTA:** Trabalho originalmente apresentado no X Congresso Integrado da Tecnologia da Informação (CITI): Tecnologias Emergentes: novos desafios na educação e na formação do profissional de TI, 27 a 29 de novembro de 2019, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF), Campos dos Goytacazes, RJ.