

# Jogos Educativos no Ensino da Engenharia de Requisitos

Daniel Negreiros Araujo<sup>1</sup>, Maria Lencastre P. de M. Cruz<sup>1</sup>, João Henrique Pimentel<sup>1,2</sup>, Mariana Duque<sup>1</sup>, Fernanda Alencar<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco (UPE) – Recife – PE – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Recife – PE – Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife – PE – Brasil

{dna, mlpm, jhcp, fernandaalenc}@ecomp.poli.br

**Resumo.** Este artigo apresenta um conjunto de jogos voltados para o ensino de Engenharia de Requisitos (ER) publicamente disponíveis, avaliando se estes satisfazem um conjunto de requisitos relevantes para softwares educacionais. Os requisitos adotados nesta avaliação são provenientes do EduCatalog4RE, um catálogo de requisitos para o desenvolvimento de softwares educacionais. Dos seis jogos analisados, três mostraram uma boa cobertura dos requisitos, sugerindo que são bons complementos para o ensino de ER. Porém, de um modo geral, os resultados mostraram que os jogos voltados para o ensino de ER podem ser ainda melhor desenvolvidos, contemplando características pedagógicas de ensino, assim como tratando questão de acessibilidade.

**Abstract.** This paper presents a set of games publicly available and an analysis of them evaluating whether these include requirements regarded as required or desirable according to a catalog of requirements, called EduCatalog4RE, turned to assist an educational software development. Of the six games analyzed, three are considered to be good complements to RE teaching. However, in general, the results demonstrated that games that focus on teaching can be developed even better, considering teaching and learning features already consolidated by pedagogy, so as to address the issue of accessibility.

## 1. Introdução

Classicamente, é sabido que a Engenharia de Requisitos (ER) tem como objetivo descobrir as reais necessidades dos *stakeholders* que direta ou indiretamente influenciam na determinação dos requisitos do sistema pretendido. Precisa-se entender o problema e seu contexto, elicitando os requisitos necessários, analisá-los, documentá-los e validá-los [Sommerville 2011]. Todavia deficiências na especificação de requisitos são consideradas uma das causas comuns de falhas de projetos na indústria de *software* [Figueiredo et al. 2006], apesar dos inúmeros esforços desenvolvidos e propostos pela comunidade na área de requisitos. As pesquisas continuam a apontar que 85% dos problemas de *software* têm origem na atividade de elicitação de requisitos [Fernandes et al., 2009]. Analisando-se essas afirmações surgem algumas suposições para esse fato: continua-se a não se dedicar tempo à especificação de requisitos; ou, a forma de ensino de ER não está sendo eficaz para os educandos. Acreditamos que há falhas no processo do ensino-aprendizagem de ER, pois, hoje, a forma tradicional de ensino por meio de aulas expositivas e simples exercícios mecânicos, não está sendo efetiva em seu objetivo metodológico. Já, segundo Perrenoud (2000), é necessário o professor adquirir

competências para criar situações desafiadoras, capazes de utilizar recursos didáticos variados que envolvam inclusive *softwares* educacionais. Isso se deve quer por mudança comportamental do educando quer por não ser de fato uma metodologia motivadora diante das inovações tecnológicas e mudanças nas tendências pedagógicas. Existe um amadurecimento na ideia de que os novos dispositivos e mídias eletrônicas podem influenciar no processo educacional de forma positiva. Há um crescente interesse no desenvolvimento de *software* educativo [Peixoto and Silva 2015].

O *software* educativo tem por finalidade o ensino ou autoaprendizagem sendo muito útil e proveitoso no processo de ensino-aprendizagem [Soffa e Alcântara 2008]. Deve-se disponibilizar um ambiente interativo, proporcionando ao aprendiz a oportunidade dele mesmo construir e refinar seu próprio conhecimento, a partir da investigação, do levantamento e do teste de hipóteses [Moura et al. 2013].

Em associação, os *softwares* educativos passam a ser incrementados com a estratégia da gamificação, tema que vem recebendo cada vez mais atenção de pesquisadores e profissionais. Essa estratégia inspira-se na experiência de usuário de jogos e se utiliza de elementos de design de jogos em contextos de não-jogos, como o caso do ensino. Nesse sentido, cria-se um ambiente em que o aprendiz se envolve em desafios abstratos, definidos por regras, interatividade e *feedback* que resulte em produzir uma reação emocional. É a ideia de pensar sobre uma experiência cotidiana, como por exemplo, correr, e converte isso em uma atividade que tenha elementos de concorrência, cooperação, exploração e até enredo em histórias [Duque et al. 2016].

Nesse trabalho buscou-se identificar e avaliar jogos desenvolvidos especificamente para o ensino de Engenharia de Requisitos. Como procedimento metodológico para o desenvolvimento da pesquisa, foram definidas quatro etapas: identificar os jogos existentes na área; baixar e classificar os jogos como pertinentes ou não à área de ER; definir o critério de avaliação dos jogos em termos de ensino; e avaliar os jogos de acordo com os critérios estabelecidos. O critério base para a avaliação dos *softwares* foi o uso do EduCatalog4RE [Henrique, 2015] [Henrique, 2016]. Trata-se de um catálogo de requisitos construído com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de *softwares* educacionais. Como resultado da aplicação desses mecanismos de pesquisa, chegou-se à análise de seis jogos existentes na literatura. Nessa pesquisa, não foram identificados trabalhos relacionados cujo objetivo tenha sido o de avaliar *softwares* educativos gamificados na área de Engenharia de Requisitos.

Este artigo se estrutura da seguinte forma: na Seção 2 apresenta-se o EduCatalog4RE; na Seção 3 descreve-se os procedimentos metodológicos utilizados; na Seção 4, apresenta-se, resumidamente, os jogos avaliados; na Seção 5 são discutidos os resultados da avaliação; e, por fim, na Seção 6 apresenta-se as conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Fundamentação: EduCatalog4RE**

O EduCatalog4RE [Henrique, 2016] é um catálogo de requisitos para *softwares* educativos. Ele foi desenvolvido a partir de uma revisão sistemática da literatura que contemplou diversas categorias de *softwares* educativos (Tutoriais, Exercício e prática, Aplicativos, Multimídia e *Internet*, Programação, Simulação e Modelagem, e Jogos).

O EduCatalog4RE possui duas versões. A primeira versão foi avaliada a partir de um questionário avaliativo com diversos docentes do país, assim como com representantes de empresas que produzem *softwares* educativos. A segunda versão foi criada com base no *feedback* dos vinte e nove participantes. Houve uma redução de cento e doze requisitos na primeira versão, para cento e oito na segunda versão, além de

melhorias em relação à usabilidade do catálogo. Para essa segunda versão foi criado um protótipo de uma ferramenta visando auxiliar na organização e busca dos requisitos; nela o usuário pode selecionar sugestões de uso do catálogo, assim como visualizar os requisitos por categoria. O usuário também pode optar por ver os tipos de *softwares* educativos abordados pela ferramenta.

Os requisitos do catálogo estão divididos em requisitos pedagógicos, requisitos de usabilidade e requisitos gerais. Os requisitos pedagógicos são ainda subdivididos de acordo com teorias de aprendizagem.

Considerando que esse catálogo contempla diversos tipos *softwares*, não consideramos todos os seus requisitos. Esta avaliação considera apenas os requisitos do catálogo que se aplicam a todos os tipos de *software* educativo, além daqueles que são voltados especificamente para jogos. Desses, nem todos os requisitos presentes no catálogo são aqui avaliados, pois alguns são estéticos ou opcionais, potencialmente adicionando ruído à avaliação [Araujo, 2016]. Dos 108 requisitos do EduCatalog4RE, foram selecionados 48, divididos em 30 requisitos obrigatórios e 18 requisitos desejáveis. Esses requisitos estão listados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1. Requisitos obrigatórios avaliados**

Requisitos Obrigatórios	Tipo de Requisito
R1- O sistema deve exibir <i>feedback</i> construtivo.	Pedagógico
R2- O sistema deve possuir vários desafios.	Pedagógico
R3- O sistema deve propor reflexões críticas ao trabalhar os conteúdos.	Pedagógico
R4- O sistema deve permitir que o usuário realize escolhas durante a interação com o ambiente.	Pedagógico
R5- O sistema deve propor ao usuário construir o máximo de soluções possíveis para cada problema proposto.	Pedagógico
R6- O conteúdo proposto deve se relacionar com os conhecimentos prévios do aluno.	Pedagógico
R7- É preciso criar um ambiente no qual os símbolos e signos do cotidiano dos alunos sejam transcritos visualmente.	Pedagógico
R8- Os objetos do ambiente devem mudar de estado quando o usuário interagir com eles, e devem ser manipuláveis, desta forma o usuário terá uma percepção maior durante a interação e terá uma maior interação no geral.	Pedagógico
R9- O sistema deve perceber as possíveis dificuldades do usuário e oferecer ajuda, através das interações do usuário com outros personagens.	Pedagógico
R10- Os personagens devem interagir entre si e com objetos distribuídos pelo ambiente.	Pedagógico
R11- O sistema deve permitir que o usuário possa interagir com o ambiente de várias formas.	Pedagógico
R12- Os conteúdos devem ser planejados de forma hierárquica e sequencial.	Pedagógico
R13- O <i>software</i> deve penalizar o usuário, que serão consequências das suas ações.	Pedagógico
R14- O sistema deve prover <i>feedback</i> imediato para o usuário de acordo com as suas ações.	Pedagógico
R15- O sistema deve beneficiar o usuário caso ele acerte os desafios ou pegue itens importantes no cenário.	Pedagógico
R16- Os conteúdos devem ser divididos em vários níveis de conhecimento, iniciando sempre do menor nível de complexidade.	Pedagógico
R17- O sistema deve ser acessível ao público para o qual foi projetado.	Usabilidade
R18- O sistema deve disponibilizar ajuda através de menu, formulário, ou através de notificações para o usuário.	Usabilidade
R19- A interface do sistema deve ser fácil e bem intuitiva.	Usabilidade
R20- O sistema deve exibir instruções de uso sempre que solicitado pelo usuário.	Usabilidade
R21- O sistema deve disponibilizar um manual/tutorial que possua informações básicas sobre o sistema. Os usuários devem ter acesso ao material.	Usabilidade
R22- As instruções para uso do sistema devem estar visíveis e facilmente encontradas quando necessárias.	Usabilidade
R23- O sistema deve tornar a navegação fácil e eficiente.	Usabilidade
R24- O sistema deve exibir regras sempre que solicitado pelo usuário.	Usabilidade
R25- O sistema deve disponibilizar um <i>avatar</i> para facilitar a interação do usuário com o ambiente.	Requisito Geral
R26- O <i>software</i> deve possuir várias fases.	Requisito Geral
R27- O ambiente deve ser motivador e atraente, oferecendo ludicidade em sua interface e desafios.	Requisito Geral
R28- O sistema deve possuir vários níveis de dificuldade.	Requisito Geral
R29- O sistema deve exibir a pontuação dos usuários de forma individual e/ou coletiva.	Requisito Geral
R30- O sistema deve exibir o tempo dos desafios e das partidas, se houver.	Requisito Geral

**Tabela 2. Requisitos desejáveis avaliados**

Requisitos Desejáveis	Tipo de Requisito
D1- Disponibilizar o trabalho em rede ( <i>Internet</i> )	Pedagógico
D2- O sistema deve permitir que o usuário crie desafios para outros jogadores.	Pedagógico
D3- O sistema deve prover <i>feedback</i> sonoro para auxílio aos usuários.	Pedagógico
D4- Organizar e disponibilizar os conteúdos (desafios e aulas) em ordem cronológica.	Pedagógico
D5- O sistema deve propor um ambiente que simule situações reais onde o problema será inserido.	Pedagógico
D6- O sistema deve ser capaz de detectar o perfil do usuário, isso deve acontecer antes dele começar a interagir com o sistema.	Pedagógico
D7- O sistema deve se adaptar as características do usuário.	Pedagógico
D8- O sistema deve levar em consideração a personalidade e/ou sentimentos do usuário, para propor estilos de aprendizagem.	Pedagógico
D9- Prover recursos que permitam que diferentes canais de processamento do usuário venham ser estimulados durante a aprendizagem.	Pedagógico
D10- O sistema deve apresentar de forma adequada os menus que proporcionarão a interação do usuário com o sistema.	Usabilidade
D11- O sistema deve disponibilizar um espaço para exibir os nomes dos desenvolvedores.	Requisito Geral
D12- O personagem ( <i>Player</i> ) e o ambiente devem possuir vários itens e características.	Requisito Geral
D13- O sistema deve possuir vários níveis de interação.	Requisito Geral
D14- O usuário poderá personalizar o <i>avatar</i> através da customização de novos elementos.	Requisito Geral
D15- O sistema deve calcular a pontuação dos usuários e gerar um ranking.	Requisito Geral
D16- O sistema deve gerar relatórios com dados estatísticos sobre o desempenho dos alunos.	Requisito Geral
D17- O sistema deve possuir uma versão " <i>desktop</i> ou <i>off-line</i> no caso do <i>m-learning</i> ", para os mais diversos sistemas operacionais (com ênfase no <i>Windows</i> )	Requisito Geral
D18- O sistema deve propor problemas menores com um curto prazo para resolução.	Requisito Geral

### 3. Metodologia

Inicialmente foi realizado um levantamento, através de uma revisão bibliográfica, dos principais trabalhos sobre jogos para Engenharia de Requisitos. Essa revisão consistiu no levantamento e no estudo de trabalhos sobre jogos educativos, mais especificamente sobre os que focam em Engenharia de Requisitos.

Na pesquisa de artigos e trabalhos acadêmicos, foram realizadas buscas simples nas bases do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) e da *Springer*, não se realizando, de fato uma completa Revisão Sistemática da Literatura (RSL) [Kitchenham 2004]. No entanto, algumas práticas de RSL foram utilizadas, como por exemplo, definição da pergunta de pesquisa; palavras-chaves para a busca às bases digitais; critérios de inclusão e exclusão; *snowballing*; e inclusão manual de artigos com base na consulta a especialistas. Assim, o propósito da busca era o de encontrar os sites de busca digitais *softwares* educacionais gamificados que estivessem sendo utilizados para o ensino de Engenharia de Requisitos. Nesse contexto a única pergunta de pesquisa (QP) a ser respondida foi:

QP. Quais os jogos utilizados para o ensino de Engenharia de Requisitos?

Para responder a essa QP, foram definidas algumas palavras-chave (Tabela 3) e montadas de forma a obter os resultados pretendidos.

**Tabela 3. Sequência de Busca**

Sequência de Palavras-chave
(( <i>requirements OR software</i> ) <i>AND engineering</i> ) <i>OR</i> (( <i>engenharia AND requisitos OR software</i> )) <i>AND</i> ( <i>game OR games OR jogo</i> ) <i>AND</i> ( <i>teaching OR learning</i> ).

Além da busca automática às bases, como dito anteriormente, foram obtidos artigos a partir da indicação de especialistas e também através da técnica *snowballing* – ou seja, onde se busca analisar os artigos citados.

Nem todos os jogos encontrados a partir dessa revisão da literatura estavam disponíveis publicamente, já que um dos critérios para a exclusão do trabalho no processo de análise seria a sua disponibilidade. Para ajudar no processo, buscou-se contato com os autores dos jogos. No total, conseguimos acesso a 11 jogos. Desse conjunto de 11 jogos encontrados, apenas 6 foram selecionados para análise, sendo excluídos aqueles que observamos não contemplar tópicos de ER e jogos não funcionais.

Inicialmente, cada jogo foi executado, para observar a área contemplada pelo mesmo. Em seguida, o jogo foi novamente utilizado, em conjunto com o catálogo de requisitos EduCatalog4RE, que lista requisitos importantes que devem estar presentes em ferramentas educativas, para se fazer uma avaliação de cada jogo em termos de: requisitos pedagógicos, requisitos de usabilidade e requisitos gerais.

#### 4. Descrição e Avaliação dos Jogos

Os jogos foram primeiramente analisados, para fins de classificação, de acordo com as seguintes características:

1. Quantidade de jogadores: se o jogo é jogado de forma individual ou com vários jogadores.
2. Plataforma utilizada: *desktop, mobile, web*, tabuleiro.
3. Área de conhecimento: etapas da engenharia de requisitos, boas práticas de engenharia de requisitos, priorização de requisitos.

##### 4.1 Descrição dos jogos

Na Tabela 4, tem-se uma visão geral dos seis jogos educativos que foram identificados e analisados. Todos os jogos executados em computador são individuais, enquanto os de tabuleiro são multi-jogador. Os jogos “Ilha dos Requisitos” e “RE-O-Poly” apresentam uma maior cobertura de conteúdo, enquanto os demais focam em etapas específicas da ER – a saber: priorização, elicitação, e análise de requisitos.

**Tabela 4. Visão geral dos jogos avaliados**

Jogo	Quantidade de Jogadores	Ambiente de execução	Área de conhecimento	Atividade de aprendizagem
<b>Ilha dos Requisitos</b>	Individual	Computador com conexão a Internet	Engenharia de Requisitos	O jogador se torna um sobrevivente de queda de avião em uma ilha, e deve resolver desafios referentes a Engenharia de Requisitos para conseguir escapar dela.
<b>EAReq-Game</b>	Individual	Computador em ambiente local	Priorização de requisitos	O jogador assume um papel de analista, e deve coletar requisitos e especificá-los de acordo com sua importância no projeto.
<b>Software Quantum</b>	Individual	Computador com conexão a Internet	Elicitação de requisitos	O jogador realiza interações entre os desejos do cliente com analista, designer e programador, estimulando simulações de comunicação oral entre eles, e documentação dos requisitos.
<b>UbiRE</b>	Individual	Computador em ambiente local	Análise de requisitos	O jogador realiza conexões entre determinados objetos em cômodos da casa, respeitando os pedidos feitos pelo morador, que podem ser ou não detalhados.
<b>i* Game</b>	2-4 jogadores	Jogo de Tabuleiro	Análise de requisitos	Os jogadores realizam atividades de acordo com as cartas e regras fornecidas, de modo a melhorar os modelos disponibilizados de i*.
<b>RE-O-Poly</b>	2-8 jogadores	Jogo de Tabuleiro	Boas práticas de Engenharia de Requisitos	Os jogadores são gerentes de projeto, e devem coletar SSP respondendo perguntas sobre boas práticas de ER e sobre os projetos que o jogo possui.

Nas subseções a seguir, cada jogo é brevemente descrito.

### **Ilha dos Requisitos**

- Jogo *single-player*, acessível pela *web*, que foca nas etapas e processos da engenharia de requisitos. O jogo fornece sete desafios acessíveis sobre áreas relacionadas a ER, separadas por tópicos. Ele “envolve a concepção da sua história e de seus personagens, assim como a especificação de regras, desafios, e a definição das maneiras como o jogo irá fornecer o feedback ao jogador.” [Thiry et al., 2010]

### **EAREq-Game**

- Jogo *single-player*, acessível pelo *desktop*, que possui como alvo a exercitação de priorização de requisitos. Ele simula uma situação ao jogador, “no qual atuará como um engenheiro de requisitos coletando, organizando e priorizando os requisitos em um cenário simulado, buscando progredir nas fases do jogo”. [Chiavegatti e Petri, 2014]

### **Software Quantum**

- Jogo *single-player* desenvolvido para plataforma *web*, que procura enfatizar a importância da engenharia de requisitos, *Software Quantum* simula uma interação entre cliente, analista, designer e programador. O cliente dá os requisitos e o código final do programa tem que ser equivalente aos requisitos pedidos, para o jogador atingir a pontuação máxima. [Knauss et al., 2008]

### **UbiRE**

- O UbiRE, jogo *single-player* que foi desenvolvido para *desktop*, tem como foco a área de análise de requisitos. O jogador realiza conexões entre determinados objetos em cômodos da casa, respeitando os pedidos feitos pelo morador, que podem ser ou não detalhados, dependendo do nível de dificuldade escolhido. [Lima et al., 2012]

### **iStar Game**

- Jogo *multiplayer*, iStar Game (*i\** Game) é um jogo de tabuleiro não digital focado na área de análise de requisitos que utiliza modelos em *i\** como tabuleiro, cujo objetivo é melhorar estes modelos. Os jogadores realizam atividades de acordo com as cartas e regras fornecidas, de modo a melhorar os modelos disponibilizados de *i\**. [Pimentel et al., 2012]

### **RE-O-Poly**

- RE-O-Poly é um jogo *multiplayer* de tabuleiro não digital baseado em *Monopoly*, trocando o dinheiro pelo SSP (*Stakeholder Satisfaction Points*) e adaptando o tabuleiro e as cartas para ensinar boas práticas de engenharia de requisitos. Os jogadores são gerentes de projeto, e devem coletar SSP respondendo perguntas sobre boas práticas de ER e sobre os projetos que o jogo possui. [Smith e Orlena, 2008]

## **4.2 Avaliação dos jogos**

A avaliação realizada baseou-se considerando os requisitos do EduCatalog4RE [Henrique, 2016]. Os requisitos foram divididos em obrigatórios e desejáveis, seguindo critérios de relevância, de conteúdo e técnicos. Alguns requisitos foram unificados ou removidos por serem ambíguos. São trinta requisitos obrigatórios avaliados e dezoito opcionais. Destes trinta obrigatórios, dezesseis são pedagógicos, oito são de usabilidade

e seis são requisitos gerais. Já dos dezoito opcionais, nove são pedagógicos, um de usabilidade, e oito requisitos gerais. Enfatiza-se que os requisitos são válidos para *Softwares*, em geral; logo, em algumas exceções eles não se aplicam aos jogos de tabuleiros analisados. A Tabela 5 traz a porcentagem de requisitos atendida por cada jogo.

**Tabela 5. Porcentagem aproximada de requisitos atendidos**

Jogo x Requisito	Requisitos Obrigatórios				Requisitos Desejáveis			
	Atendidos	Não Atendidos	Não se Aplicam	% atendida (aprox.)	Atendidos	Não Atendidos	Não se Aplicam	% atendida (aprox.)
<b>Ilha dos Requisitos</b>	24	6	0	80%	6	12	0	33%
<b>EAREq-Game</b>	9	20	1	31%	4	14	0	22%
<b>Software Quantum</b>	14	15	1	48%	5	13	0	28%
<b>UbiRE</b>	18	11	1	62%	7	11	0	39%
<b>i* Game</b>	22	2	6	92%	7	8	3	47%
<b>RE-O-Poly</b>	24	1	5	96%	8	7	3	53%

Já a Tabela 6 demonstra os resultados de acordo com os tipos de requisitos (pedagógicos, de usabilidade e gerais).

**Tabela 6. Porcentagem de requisitos atendidos por tipo de requisito**

Jogo x Requisito	Requisitos Obrigatórios			Requisitos Desejáveis		
	% Pedagógicos (aprox.)	% de Usabilidade (aprox.)	% Gerais (aprox.)	% Pedagógicos (aprox.)	% Usabilidade (aprox.)	% Gerais (aprox.)
<b>Ilha dos Requisitos</b>	75%	88%	83%	44%	0%	25%
<b>EAREq-Game</b>	25%	25%	60%*	11%	100%	25%
<b>Software Quantum</b>	44%	50%	60%*	22%	100%	25%
<b>UbiRE</b>	56%	63%	80%*	22%	100%	50%
<b>i* Game</b>	93%*	75%*	100%*	50%*	N/A	43%
<b>RE-O-Poly</b>	100%*	75%*	100%*	50%*	N/A	57%

Legenda: N/A - Não se aplica  
\* - Excluindo os requisitos que não se aplicam

A listagem de quais requisitos são satisfeitos por cada jogo está apresentada nas Tabelas 7 e 8.

**Tabela 7. Satisfação dos Requisitos Obrigatórios**

Jogo x Requisito	Ilha dos Requisitos	EAREq-Game	Software Quantum	UbiRE	i* Game	RE-O-Poly
R1	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
R2	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
R3	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
R4	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
R6	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
R7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R8	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
R9	Não	Não	Não	Não	N/A	N/A
R10	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
R11	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
R12	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
R13	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
R14	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
R15	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
R16	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
R17	Não	Não	Não	Não	Não	Não
R18	Sim	Não	Não	Sim	N/A	N/A
R19	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R20	Sim	Não	Não	Não	N/A	N/A
R21	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
R22	Sim	Não	Sim	Sim	N/A	N/A
R23	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R24	Sim	Não	Não	Não	N/A	N/A
R25	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
R26	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
R27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R28	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
R29	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
R30	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A	Sim

Legenda: N/A – Não se aplica

**Tabela 8. Satisfação dos Requisitos Desejáveis**

Jogo x Requisito	Ilha dos Requisitos	EAREq-Game	Software Quantum	UbiRE	i* Game	RE-O-Poly
D1	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
D2	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
D3	Não	Não	Não	Não	N/A	N/A
D4	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
D5	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D6	Não	Não	Não	Não	Não	Não
D7	Não	Não	Não	Não	Não	Não
D8	Não	Não	Não	Não	Não	Não
D9	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
D10	Não	Sim	Sim	Sim	N/A	N/A
D11	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
D12	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
D13	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
D14	Não	Não	Não	Não	Não	Não
D15	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
D16	Não	Não	Não	Não	Não	Não
D17	Não	Sim	Não	Sim	N/A	N/A
D18	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

Legenda: N/A – Não se aplica

## 5. Discussão dos resultados

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que os jogos de tabuleiro RE-O-Poly e i\* Game, e o Ilha dos Requisitos são aqueles que mais atendem aos requisitos avaliados, superando ou igualando os 80% de requisitos obrigatórios sendo avaliados de forma positiva (eliminando os requisitos que não se aplicam). Por outro lado, o EAREq-Game é um jogo que possuiu uma avaliação muito negativa, correspondendo a menos de 33% dos requisitos obrigatórios atendidos. Os dois jogos restantes atendem na média entre 45% e 65% dos requisitos.

Em relação aos requisitos desejáveis, o RE-O-Poly e o i\* Game mais uma vez se sobressaem, porém diminuindo a porcentagem para cerca de 50% de requisitos atendidos.

Observando a relação dos requisitos pedagógicos, dos dezesseis obrigatórios, o Ilha dos Requisitos atende a 75%, o EAREq-Game a apenas 25%, o *Quantum* a aproximadamente 44%, o UbiRE a aproximadamente 56%, o i\* Game a 93% (sendo um dos dezesseis requisitos não aplicável), e o RE-O-Poly a 100% (sendo um dos dezesseis não aplicável).

Alguns problemas foram percebidos nos resultados, principalmente em relação à área de acessibilidade, onde nenhum jogo foi capaz de apresentar proposta para tornar-se mais acessível aos usuários com deficiências visuais. Outros problemas frequentes foram que os jogos não percebem as dificuldades dos jogadores e não oferecem ajuda decorrente destas; apenas um, a Ilha dos Requisitos, exibe instruções de uso sempre que solicitado. Nenhum jogo atende ao requisito desejável de ser adaptável ao jogador ou

aos sentimentos dele; todos são feitos de maneira a seguir apenas uma forma única de jogo. Nenhum jogo provê *feedback* sonoro para auxílio aos usuários.

De acordo com os resultados, conclui-se que, apesar de não respeitarem todos os requisitos, os jogos Ilha dos Requisitos, i\* Game e RE-O-Poly podem se tornar prováveis bons complementos de ensino. Cada um foca uma diferente área, o que contribui para um maior conhecimento daqueles que utilizam esses jogos.

O fato de a análise ter sido realizada por apenas uma pessoa e a coleta de requisitos e a definição deles em requisitos obrigatórios ou funcionais, que foi realizada pelos autores deste artigo pode influenciar os resultados obtidos de maneira negativa. Pode-se futuramente, com mais profissionais da área, definir com mais exatidão quais os requisitos considerados obrigatórios e desejáveis.

## 6. Conclusão e trabalhos futuros

Ao final deste artigo, percebeu-se que é viável a utilização de alguns destes jogos, como a Ilha dos Requisitos, i\* Game e RE-O-Poly, no ensino de ER. Eles apresentam uma forma complementar ao ensino tradicional, podendo motivar o interesse dos alunos, e fortalecimento do seu conhecimento nas áreas de conceitos de ER (Ilha de Requisitos), melhoria de modelos de requisitos organizacionais (i\* Game) e conceitos relacionados a boas práticas de ER (RE-O-Poly).

Na área de definir a importância dos requisitos (se são obrigatórios ou desejáveis) há o jogo EAReq-Game, porém o mesmo se mostrou um jogo insatisfatório em relação aos critérios adotados. O jogo UbiRE mostra uma simulação de situação onde o jogador deve atender aos requisitos do cliente, sendo porém, em relação aos requisitos, um jogo intermediário. E o *Software Quantum*, também um jogo intermediário em relação aos requisitos, tenta fortalecer a importância da área de ER, demonstrando simulações onde o cliente conversa com o analista de projeto, mas sem explicar ou detalhar conceitos sobre ER.

O que pode ser considerado como ameaça a validade do artigo é o fato de pesquisas similares também terem realizado análise dos jogos, tendo como exemplo o trabalho [Wangenheim, 2009]. Além disto, a impossibilidade de utilizar o RE-O-Poly, juntamente com o fato de o Educatalog4RE ter sido construído para *softwares*, não contemplando em suas versões jogos de tabuleiro pode ter resultado em análises não precisas nos seus resultados.

Como recomendações e sugestões de trabalhos futuros, para evoluir a presente pesquisa, pode-se destacar a análise do uso de jogos em sala de aula, atualmente, na disciplina de ER, explorar novos tipos de jogos, como os videogames, e o desenvolvimento de jogos para cada uma das etapas da Engenharia de Requisitos de forma mais completa, abrangendo todo o conteúdo. Estes jogos podem combinar os pontos positivos das avaliações, e também atender tanto os requisitos obrigatórios quanto os desejáveis apresentados neste artigo.

## Referências

- Araujo, D. N. (2016). “Jogos Educativos na Área de Engenharia de Requisitos”, Monografia em Engenharia da Computação, UPE, Recife.
- Chiavegatti, N., Petri, G. (2014) “EAReq-Game: Um Jogo Educacional para o Ensino de Elicitação e Análise de Requisitos”, Anais Do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e Semana Acadêmica De Tecnologia Da Informação, Frederico Westphalen, Brasil.

- Duque, M., Alencar, F., Cysneiros, G. e Torres, E. (2016) “Garanhuns Treasure Race: Turismo Educativo Gamificado em Garanhuns-PE”. In: Proc. XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames’16), São Paulo: 8-10 Set.
- Fernandes, M., et al. (2009) "A Requirements Engineering and Management Training Course for Software Development Professionals." 22th Conference on Software Engineering Education and Training.
- Figueiredo, E., et al. (2006) "SimulES: Um Jogo para o Ensino de Engenharia de Software." III Fórum de Educação em Engenharia de Software.
- Gil, R., et al. (2009) "Experiential learning approach for requirements engineering education." Requirements Engineering (ISSN: 0947-3602), vol. 14, num. 4, p. 269-287 Springer Verlag.
- Henrique, M. S. et al (2015) “Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o uso de Teorias de Aprendizagem em Softwares Educacionais” Revista Renote v. 13, n. 2 Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/61434>. Acesso em: jul 2016.
- Henrique, M. S. (2016) “Educatalog4re: Um Catálogo de Requisitos para Auxiliar o Desenvolvimento de Softwares Educacionais.” Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, área de concentração em Engenharia de Software, UFPE, Recife.
- Kitchenham, B. (2004) “Procedures for performing systematic reviews,” Keele, UK, Keele Univ., vol. 33, no. 2004, pp. 1–26.
- Knauss, E., Schneider, K., Stapel, K. (2008) “A Game for Taking Requirements Engineering More Seriously”. Multimedia and Enjoyable Requirements Engineering (MERE)
- Lima, T., et al. (2012) "UbiRE: A game for teaching requirements in the context of ubiquitous systems." Informatica (CLEI), XXXVIII Conferencia Latinoamericana En. IEEE, 2012
- Moura, S. P. R., Barreto, M. F. T., Teixeira, R. A. G. (2013) “A Expressão de Compreensões a partir de Atividades com Softwares” V Congresso de Fenomenologia da Região Centro-Oeste. Disponível em: <https://anaiscongressofenomenologia.fe.ufg.br/up/306/o/SimoneMoura.pdf>. Acesso: jul/2016.
- Peixoto M. M. and Silva, C. (2015) “Requisitos para Softwares Educacionais Gamificados: Uma Revisão Sistemática de Literatura”. In: 18th Workshop on Requirements Engineering (WER 2015). Proc. of the XVIII Ibero-American Conference on Software Engineering. Arequipa: Universidad Católica San Pablo, p. 97-103.
- Perrenoud, Ph. (2000). As práticas pedagógicas mudam e de que maneira? Revista Impressão Pedagógica (Curitiba), nº 23, Jul/Ago, pp. 14-15.
- Pimentel, J., Santos, E., Pereira, T. (2012) “i\*Game”.
- Smith, R., Orlena G. (2008) "RE-O-Poly: A Customizable Game to Introduce and Reinforce Requirements Engineering Good Practices." Departament of Computer Science, Pace University, New York.
- Soffa, M. M. e Alcântara, P. R.C. (2008) “O Uso do Software Educativo: reflexões da prática docente na sala informatizada”. Disponível em: [http://www.pucpr.edu.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/335\\_357.pdf](http://www.pucpr.edu.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/335_357.pdf). Acesso em: jul 2016.

Sommerville, I. (2011), Engenharia de Software, Addison-Wesley, 9th ed.

Thiry, M., et al. (2010) "Promovendo a Aprendizagem de Engenharia de Requisitos de Software através de um Jogo Educativo." XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

von Wangenheim, C. G. et al (2009) "Revisão Sistemática sobre Avaliação de Jogos Voltados para Aprendizagem de Engenharia de Software no Brasil". II Fórum de Educação em Engenharia de Software (FEES).