

Jogos Digitais para Treinamento de Situações de Risco na Indústria - *Rapid Review*

Roberto Rufino Júnior, Tadeu Moreira de Classe, Rodrigo Pereira dos Santos

¹Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Rio de Janeiro – RJ – Brasil

roberto.rufino@edu.unirio.br, {tadeu.classe,rps}@uniriotec.br

Abstract. *In the whole world, accidents at work cause huge losses. Due to that, it is essential for companies that execute riskiness activities to seek innovations to train workers. In this research, we aimed to identify how digital games with a purpose could support training in dangerous situations in the industry. Therefore, we performed a Rapid Review-based study, identifying 326 primary studies. Still, only 14 of them were relevant to the context of this research. As a result, we observed evidence that digital games can be innovative, efficient, and engaging tools to train workers in risk situations. Although, it is not clear enough in studies how much cost replaces traditional training methods for these games.*

Keywords. *Rapid Review, Digital Games, Games With Purpose, Training, Risk, Industry.*

Resumo. *Acidentes do trabalho provocam grandes perdas em todo o mundo. Nesse sentido, inovações nas formas de treinamentos de trabalhadores são fundamentais para corporações que possuam atividades de risco. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar como os jogos digitais com propósito podem auxiliar em treinamentos de situações de risco na indústria. Para isso, foi realizada uma Revisão Rápida, na qual 326 estudos foram identificados e apenas 14 foram considerados relevantes para responder às questões de pesquisa. Com isso, observou-se sinais de que os jogos digitais podem ser uma ferramenta inovadora para treinamentos de situações de risco, sendo percebidos como eficazes, mesmo que não seja claro nos trabalhos qual é o custo-benefício da substituição das abordagens tradicionais de treinamento por jogos digitais.*

Palavras-chave. *Revisão Rápida, Jogos Digitais, Jogos Com Propósito, Treinamento, Risco, Indústria.*

1. Introdução

Entre os anos de 2012 e 2021, quase 23 mil pessoas morreram em acidentes de trabalho no Brasil. Este número alarmante foi divulgado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) [ONU 2022], a qual alertou que: “quando se trata de trabalhadores que operam máquinas e equipamentos, os acidentes podem ser até 15 vezes mais frequentes”. Neste mesmo período, aproximadamente 4% do PIB mundial anual foi gasto em ocorrências acidentais envolvendo ações humanas [ONU 2022]. Quando esse número é aplicado sobre o PIB do Brasil de 2021 (8,7 trilhões de Reais) [IBGE 2022b], chega-se a um prejuízo próximo de 350 bilhões de reais. Estes números suportam a ideia de que são necessárias atitudes para mitigar o volume de acidentes do trabalho em decorrência da falha humana [Cairo Junior 2002].

Uma forma de mudar atitudes, conhecimentos e habilidades de trabalhadores em ambientes industriais é através dos treinamentos [Lacerda e Abbad 2003]. Neste contexto, dentre as diversas ferramentas existentes no mercado, é possível destacar os jogos com

propósito como opção atraente e inovadora para engajar, educar e treinar indivíduos [Classe et al. 2019].

Portanto, nesta pesquisa questiona-se: **como os jogos digitais com propósito podem auxiliar em treinamentos de situações de risco na indústria?** Visto isso, o objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de uma *Rapid Review* (RR) que investigou estudos referentes a jogos com propósito aplicados em treinamentos de situações de risco na indústria. Na execução da RR, foram encontrados 326 estudos, dos quais apenas 14 foram aceitos para análise e considerados relevantes para responder às questões definidas para a RR. Os resultados apontam para a eficácia dos treinamentos que usam jogos digitais, quando comparados a treinamentos tradicionais (vídeos, palestras, apresentações de slides etc.). Porém, há aspectos como o financeiro que ainda merecem um olhar mais criterioso.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os conceitos fundamentais do trabalho. Na Seção 3, é apresentado o planejamento da RR, enquanto na Seção 4 é mostrada sua condução. Os resultados são apresentados na Seção 4.1 e estes são discutidos na Seção 4.2. Por último, são apresentadas as considerações finais na Seção 5.

2. Treinamento Organizacional para Atividades de Risco na Indústria

O contexto de indústria, segundo a definição dada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), presentes na CNAE 2.0 [IBGE 2022a], abrange a indústria extrativa (baseada na extração de matéria-prima) e a indústria de transformação (que transforma a matéria prima em produto de consumo). Neste sentido, todas as atividades industriais envolvem algum tipo de risco. As atividades de risco são aquelas realizadas em ambientes ou equipamentos que sujeitam o trabalhador a um acidente do trabalho, devido aos riscos ocupacionais. Os riscos ocupacionais são caracterizados por qualquer situação de trabalho que possa causar dano à saúde do trabalhador, desde riscos ergonômicos em um escritório, até agentes mais agressivos nas áreas industriais como calor, ruído e proximidade com equipamentos dinâmicos [Facchini et al. 1991].

Desde meados do século XX, os acidentes do trabalho passaram a ser vistos em muitos países como algo capaz de impactar o lado econômico das empresas [Barbosa e Ramos 2012]. Sendo assim, os treinamentos organizacionais voltados para a prevenção de acidentes são essencialmente parte de uma estratégia aderente aos valores de empresas que possuem atividades de risco em seus meios produtivos, mantendo o quadro de funcionários atualizado com as práticas de mercado cada vez mais competitivas e capaz de realizar o trabalho de forma segura [Lacerda e Abbad 2003].

Portanto, treinamento organizacional pode ser conceituado como o desenvolvimento das habilidades e competências de um profissional, de acordo com as exigências do cargo a ser ocupado, com o objetivo de tornar o indivíduo mais produtivo e apto a alcançar os objetivos da corporação em que está inserido [Venturi et al. 2021]. Os treinamentos organizacionais tradicionalmente são feitos por palestras, vídeos, leitura de documentos técnicos e afins. Este molde de treinamento pode não ser efetivo o suficiente na prevenção dos riscos ocupacionais. Contudo, os jogos com propósito se apresentam como uma ferramenta que pode ser inovadora na condução desse tipo de capacitação [Gallerati et al. 2017].

3. Rapid Review

Segundo [Cartaxo et al. 2018], *Rapid Review* é uma adaptação das revisões sistemáticas tradicionais, tendo por objetivo a aproximação das práticas metodológicas acadêmicas com os problemas e percepções reais de profissionais que os vivenciam na prática. É

desejável que uma RR entregue resultados de forma mais rápida que revisões sistemáticas. Normalmente, elas se limitam a pesquisas em uma única base científica, sendo conduzidos por apenas um pesquisador e não sendo realizada avaliação quanto à qualidade dos achados [Cartaxo et al. 2018]. Assim, este trabalho executa uma RR com base em Cartaxo et al. (2018) e Mottal et al. (2021), visando identificar os trabalhos relevantes bem como extrair e interpretar informações que possam responder às perguntas de pesquisa. Segundo Cartaxo, o método é dividido em quatro fases (Figura 1): entrevistas, planejamento, condução e execução.



Figura 1. Etapas do Rapid Review.

3.1. Entrevista com Gestores

Para que este estudo estivesse plenamente embasado em um problema real, três gestores de uma indústria petrolífera foram convidados a contribuir para a etapa de entrevista, na qual foi feito um diagnóstico. Todos os participantes possuem ensino superior completo e mais de 13 anos de empresa. Foram realizadas entrevistas individuais que tiveram duração aproximada de 30 minutos cada, com questionamentos acerca das atividades de risco e treinamentos nas respectivas organizações das quais fazem parte. As respostas podem ser sumarizadas como:

“Com que frequência você participa ou ministra treinamentos voltados para situações de risco?” Os participantes informaram que participam de treinamentos voltados para situações de risco, tais como: *briefings* de segurança, treinamentos normativos presenciais e *on-line* e leitura de padrões direcionados pela empresa. Os participantes ministram palestras e simulados de emergência.

“Descreva as atividades de risco que acontecem em sua organização, as características da equipe e quais os principais desafios para a aplicação de treinamentos para esta equipe:” Foram relatados riscos de explosividade, riscos ligados à movimentação de cargas, manutenção e operação de equipamentos, equipamentos dinâmicos e riscos ambientais. As equipes foram descritas como multidisciplinares e de grande diversidade. Os desafios para aplicar treinamentos a essas equipes estão na dificuldade de adequação a diferentes níveis técnicos e dificuldade em adequar a carga horária dos treinamentos à rotina de escala.

Opinião livre: Os gestores reforçaram o interesse por jogos digitais aplicados a treinamentos e destacaram a necessidade de mais poder de engajamento e maior possibilidade de adequar o treinamento ao treinando. Os gestores disseram ter interesse em saber o quão melhores são os treinamentos com jogos digitais quando comparados a seus similares em métodos tradicionais e principalmente se há aumento de custo e de prazo de confecção quando os jogos são adotados como metodologia de treinamento.

A etapa de entrevistas foi essencial ao RR por agregar o conhecimento a respeito das necessidades de quem vive a rotina de atividades e treinamentos de risco. As contribuições para modelar desde as questões de pesquisa até o protocolo de execução foram diversas. O planejamento, a condução e os resultados da RR foram construídos e validados junto aos gestores.

3.2. Planejamento

O paradigma *GQM* (*Goal/Question/Metric*) [Basili e Rombach 1988] foi usado na *definição* deste estudo, sendo: **analisar** a existência de estudos primários; **com o objetivo de** identificar jogos com propósito; **com relação a** treinamentos de situações risco; **do ponto de vista de** pesquisadores; **no contexto** industrial. Baseando-se nesta definição, as **questões de pesquisa** (Tabela 1) foram definidas com base no *checklist 5W2H* [Motta et al. 2021].

Tabela 1. Questões de pesquisa.

Nº	Questão de Pesquisa
Q1	Qual é o entendimento a respeito dos jogos como ferramenta em treinamentos de situações de risco?
Q2	Como podem ser usados jogos em treinamentos de situações de risco?
Q3	Onde estão localizadas as atividades que são alvo de possíveis jogos para treinamentos de situações de risco?
Q4	Quem são os potenciais trabalhadores que devem receber treinamento para situação de risco que envolvam jogos?
Q5	Quando jogos para treinamento de situações de risco poderão ser aplicados?
Q6	Qual é o custo do desenvolvimento de um jogo com propósito para treinamento de situação de risco?
Q7	Por que os jogos devem ser implementados nos treinamentos de situações de risco?

Definidas as questões, a **estratégia de busca** foi estruturada. Seguindo a proposta de Cartaxo et al. (2018), esta pesquisa usou a base da *Scopus*, pois ela indexa outras bibliotecas digitais relevantes na campo da computação. A **string de busca** foi definida usando a estratégia PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcomes e Context*) [Wohlin et al. 2012]. Os termos adotados para cada dimensão foram: **População:** Risco; **Intervenção:** Jogos com propósito; e **Saída:** Treinamento. Para cada um destes termos, foram abordados sinônimos e variações. O **Contexto** foi definido como “Indústrias”; entretanto, este termo não foi usado na *string* porque a estratégia da busca se baseou em identificar estudos sobre jogos para treinamento de risco de maneira abrangente e, posteriormente, filtrar os resultados por este contexto na etapa de leitura completa. A dimensão **Comparação** não foi utilizada pois comparações e avaliações de saída não fazem parte do escopo deste estudo. Assim, a *string* de busca ficou da seguinte forma:

(“risk” OR “danger*” OR “hazard*” OR “threat”*) AND (“serious game” OR “game* with a purpose” OR “game* with purpose”) AND (“training” OR “instruction”*)*.

O critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) (Tabela 2) foram usados na análise dos estudos.

Tabela 2. Critérios de inclusão e exclusão.

Critério	Descrição
CI-1	Estudo que aborde o uso de jogos sérios voltados para treinamento de situação de risco na indústria.
CE-1	Estudo com acesso indisponível para visualização completa nas bases de dados científicas.
CE-2	Estudo com menos de 4 páginas.
CE-3	Estudo duplicado.
CE-4	Estudo que não aborde o uso de jogos sérios voltados para treinamento de situação de risco.
CE-5	Estudo que não seja primário (rejeitar revisões ou mapeamentos sistemáticos).
CE-6	Estudo que não esteja escrito nos idiomas português ou inglês.
CE-7	Estudo que seja prefácio, livro, editorial, resumo, pôster, painel, palestra, mesa redonda, oficina, keynotes, tutoriais ou demonstração.

4. Condução do Estudo

A execução do estudo teve início com a **busca dos estudos (etapa 1)** na base de dados da *Scopus*, retornando um total de 326 estudos (Figura 2). Em sequência, foi realizada a **remoção dos trabalhos duplicados (etapa 2)**, sendo excluídos 4 (1,2%) deles. Posteriormente foi realizada a **seleção (etapa 3)**, sendo analisados título, resumo e palavras-chave dos estudos em relação aos critérios estabelecidos na Tabela 2. Após essa etapa, restaram 158 estudos (48%), os quais passaram pela **leitura completa (etapa 4)**, aplicando os critérios da Tabela 2 e analisando se os trabalhos estavam dentro do contexto

de indústria. Ao final, apenas 14 (4,3%) estudos foram aceitos (Tabela 3). A **leitura completa e extração das informações (etapa 5)** para responderem às questões de pesquisa foi conduzida por um único pesquisador, como previsto para uma RR.

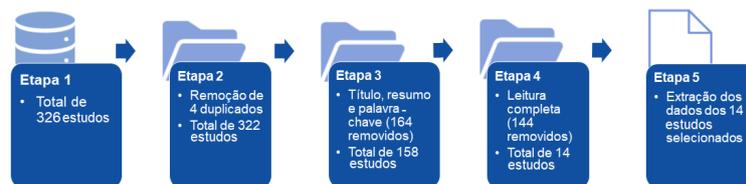


Figura 2. Execução da *rapid review*.

Tabela 3. Estudos primários selecionados.

ID	Título do estudo	Referência
E1	An Immersive Virtual Reality Training Game for Power Substations Evaluated in Terms of Usability and Engagement	[Mondragón Bernal et al. 2022]
E2	An intelligent and persistent browser-based game for oil drilling operators training	[Brasil et al. 2011]
E3	Comparing the effectiveness of fire extinguisher virtual reality and video training	[Lovreglio et al. 2021]
E4	Development and validation of a confined space rescue training prototype based on an immersive virtual reality serious game	[Lu et al. 2022]
E5	Interactive tools for safety 4.0: virtual ergonomics and serious games in real working contexts	[Lanzotti et al. 2020]
E6	Learning efficacy of the 'hazard recognition' serious game: A quasi-experimental study	[Mayer et al. 2013]
E7	Measuring the Learning Effectiveness of Serious Gaming for Training of Complex Manufacturing Tasks	[Li et al. 2017]
E8	Modeling Process of a Third Dimension Universe for Transportation Simulation: Application to Railway System	[Lamotte et al. 2019]
E9	Serious games as enablers for training and education on operations on ships and off-shore platforms	[Bruzzone et al. 2013]
E10	Serious games for training occupants of a building in personal fire safety skills	[Chittaro e Ranon 2009]
E11	SimTJS: A model for developing serious games for training	[Trindade et al. 2014]
E12	Simulation-Based Safety Training for Plant Maintenance in Virtual Reality	[Kwegyir-Afful e Kantola 2020]
E13	Towards the development of a 3D serious game for training in power network maintenance	[Rosendo et al. 2011]
E14	Use of serious gaming and virtual reality applications improves students' learning retention and reduces safety risks and costs associated with training activities	[Gallerati et al. 2017]

4.1. Análise dos Resultados

Q1) - Qual é o entendimento a respeito dos jogos como ferramenta em treinamentos de situações de risco?

Esta questão ajuda a compreender qual é o entendimento dos autores dos estudos selecionados sobre a influência que um jogo com propósito pode ter quando aplicado a um treinamento de situação de risco. Foi possível observar que os estudos se reúnem ao redor de cinco características principais (Figura 3): de que os jogos são **efetivos para aprendizagem de processos e cenários de risco** (7 - 50% – E1, E2, E3, E6, E7, E12 e E13); **efetivos para promover o engajamento** dos instrutores e treinandos (5 - 35% – E2, E3, E5, E7, E9); **oferecem a oportunidade de familiarização com o cenário de risco** sem que haja risco de fato (4 - 28% – E3, E4, E6, E8); são **efetivos para simulação de situações de alta complexidade** (4 - 28% – E9, E10, E11, E14); e **oferecem a oportunidade de monitorar o desempenho individual** (1 - 7% – E10).



Figura 3. Características dos treinamentos que utilizam jogos com propósito.

Q2) - Como podem ser usados jogos em treinamentos de situações de risco?

Nesta questão, foi averiguada a forma que os jogos com propósito foram implementados pelos pesquisadores nos estudos selecionados. Todos os estudos analisados utilizaram algum tipo de simulação do ambiente de trabalho em 3D (Figura 4). Para isto, 7 (50%) estudos utilizaram aplicações para computador (E5, E6, E7, E9, E10, E13 e E14) e 5 (35%) estudos utilizaram jogos em realidade virtual (E1, E2, E3, E4 e E12). Os dois estudos restantes utilizam tecnologias específicas,

como: Lamotte et al. (2019) (E8), em que um simulador de cabine de locomotiva construído nos moldes do equipamento real foi utilizado e; Trindade et al. (2014 - E11) cujo estudo se concentra em descrever uma arquitetura para a aplicação de jogos digitais em treinamentos de uma planta industrial.



Figura 4. Como são usados os jogos em treinamento de situações de risco.

Q3) - Onde estão localizadas as atividades que são alvo de possíveis jogos para treinamentos de situações de risco?

A questão buscou responder os locais mais frequentes em que os treinamentos que aplicaram jogos são usados (Figura 5). Entre os 14 estudos analisados, 10 (71,4%) são de aplicações ligadas a **atividade produtiva final**, ou seja, a atividade intimamente ligada à finalidade da empresa (E1, E2, E6, E7, E8, E9, E11, E12, E13 e E14), 2 (14%) estudos que contemplam **evacuação de prédios** em caso de incêndio (E3 e E10), 1 (7%) de **movimentação de cargas** pelo ambiente de trabalho (E5) e 1 (7%) de atividade de **resgate em espaço confinado** (E4). Há uma concentração de jogos utilizados em atividades na **indústria petrolífera** (5 estudos - 35% – E2, E6, E9, E11 e E14) e em atividades de **transmissão e distribuição de energia elétrica** (3 estudos - 21% – E1, E12 e E13).



Figura 5. Onde são implementados os jogos de treinamento.

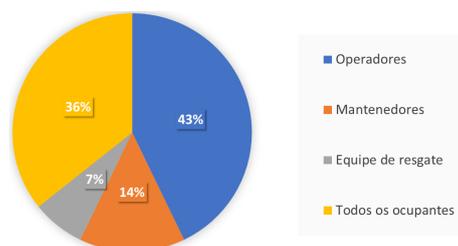


Figura 6. Principais trabalhadores sendo treinados com o uso de jogos.

Q4) - Quem são os potenciais trabalhadores que devem receber treinamento para situação de risco que envolvam jogos?

Esta pergunta buscou um panorama sobre quais as funções ou trabalhos que são alvo de treinamentos com o uso de jogos com propósito (Figura 6). Os trabalhadores mais citados como alvo dos jogos desenvolvidos para treinamentos são os **operadores de sistemas industriais** (6 – 43% – E1, E2, E5, E6, E7 e E8) e **mantenedores** (2 – 14% – E12 e E13). Os estudos E3, E10 e E11 são destinados a combate a incêndio em prédios administrativos; portanto, são direcionados a **todos os ocupantes** de um determinado estabelecimento. Os estudos E9 e E14 também são abrangentes e são destinados a **todos os tripulantes** em navios e plataformas de petróleo [Bruzzone et al. 2013] e todos os trabalhadores de campo de perfuração terrestre [Gallerati et al. 2017] (5 – 36% – onde os jogos são destinados a todos os ocupantes de uma determinada instalação). Apenas E4 (1 – 7%) [Lu et al. 2022] descreve um jogo utilizado para o treinamento de uma equipe de resgate, que atua especificamente em situações de trabalhos em espaço confinado.

Q6) - Qual é o custo do desenvolvimento de um jogo com propósito para treinamento de situação de risco?

Apesar de 10 dos 14 estudos analisados (71%) contemplarem o assunto, nenhum deles é taxativo sobre qual é o custo da aplicação de um jogo digital em um treinamento de situação de risco.

Também não há relação entre o treinamento ministrado através de jogos digitais e treinamentos que usam métodos tradicionais.

Lu et al. (2022) afirmam que a tecnologia utilizada no treinamento da equipe de resgate é uma solução de baixo custo mas também pontuam que palestras difundidas por meios eletrônicos podem ter um custo ainda mais baixo. Já Bruzzone et al. (2013) tratam o jogo desenvolvido no estudo como uma alternativa que economiza tempo, riscos e custos em seu treinamento, mas não fornecem valores de desenvolvimento nem relação com o método utilizado anteriormente. Assim como Rosendo et al. (2011) que acrescentam a otimização monetária proveniente da facilidade da repetição de tarefas por parte dos treinandos. Por fim, Gallerati et al. (2017) também inferem que o uso de ambientes virtuais diminuem os custos gerais por reduzirem a possibilidade de erros em treinamentos realizados dentro do local de trabalho em atividades complexas, também sem números que comprovem essa afirmativa.

Q7) - Por que os jogos devem ser implementados nos treinamentos de situações de risco?

Dos estudos, analisados, 8 deles (57%) fazem algum tipo de comparação entre os treinamentos convencionais para situações de risco e suas versões utilizando jogos com propósito. Todos as comparações feitas colocam os treinamentos com utilização de jogos digitais em um patamar superior de qualidade. A Tabela 4 mostra as principais características ressaltadas.

Tabela 4. Vantagens do uso de jogos em treinamentos.

ID	Resultado obtido com o uso de jogos com propósito em treinamentos
E3	O treinamento com o uso de jogos se mostrou mais eficaz quando comparado ao treinamento por vídeo na aquisição e retenção de conhecimentos e na autoeficácia.
E4	O grupo treinado para resgate em espaço confinado através de um jogo digital cometeu 63% de erros a menos que o grupo treinado através de leitura em equipamentos digitais.
E5	Taxa de sucesso de 100% com o treinamento utilizando um jogo digital, enquanto uma reunião para “conversa” de segurança obteve 85%.
E6	Observada a melhoria na competência e na percepção de risco de trabalhadores com e sem experiência.
E7	Observada a melhoria na interpretação e retenção de conhecimentos, na confiança e no engajamento, quando comparado o treinamento com uso de um jogo digital com o treinamento por leitura.
E10	Destacada a oportunidade de explorar uma vasta gama de possibilidades em cenários de incêndio, flexibilidade não alcançada em simulados de evacuação.
E12	95% dos participantes relatam perceber maior eficácia no treinamento de segurança que utiliza um jogo digital.
E14	77% dos participantes avaliaram o treinamento com o uso de um jogo digital como bom ou excelente e 62% consideram que os tópicos cobertos pelo treinamento virtual foram aprendidos de forma mais eficientes que os equivalentes em treinamentos tradicionais.

4.2. Discussão

Esta RR se dedicou a identificar trabalhos para analisar **“como os jogos com propósito podem auxiliar em treinamentos de situações de risco na indústria”**. Os estudos identificados e aceitos nesta pesquisa relatam benefícios do uso de jogos digitais em treinamentos de situações de risco. O entendimento é que estes jogos podem ser vantajosos quando se trata de aprendizagem, engajamento, entendimento e adaptação em contextos arriscados. Para isto, os estudos examinados lançam mão de jogos com simulações, com a maioria optando por executar em ambiente computacional ou imersão em realidade virtual e aumentada.

Tendo como base os estudos selecionados, observa-se que a existência ou não de ganho na aprendizagem, no engajamento e na aceitação com a utilização de jogos digitais não é uma preocupação, mas sim qual sua magnitude, uma vez que todos afirmaram ter colhido algum bom resultado. Os jogos aplicados a treinamento apontam para contextos de resgate, movimentação de cargas, evacuação de prédios e principalmente nas ações que envolvem a atividade produtiva. Não por acaso há uma concentração de estudos, sobretudo em relação a atividades que envolvem energia elétrica e em instalações de petrolíferas, sendo as atividade de mais alto risco segundo a Norma Regulamentadora NR-4 [Ministério do Trabalho e Previdência 2022].

Os resultados encontrados nesta RR também apontam para o crescimento dos acidentes industriais nos últimos anos. 31% indicam que o uso de jogos digitais aplicados a treinamentos pode ser vantajoso, visto que pode abranger um público amplo, e executando as simulações de risco dado que, neste ambiente, é possível cometer erros e observar as suas consequências. Quando abordada a

questão financeira, os estudos deixam uma lacuna. Embora 71% deles tocam neste assunto, nenhum deixa claro qual é o custo benefício da aplicação de jogos digitais em treinamentos de situações de risco. Este vazio é especialmente sensível uma vez que os gestores que participaram do estudo disseram que este é um dos principais aspectos a serem avaliados na decisão de usar ou não esta metodologia em um treinamento.

A comparação entre treinamentos que utilizam jogos digitais e os que utilizam métodos tradicionais, feita por 57% dos estudos, mostra que há indícios da superioridade dos jogos com propósito em relação aos métodos tradicionais. Os resultados da comparação mostram alta aceitação dos treinandos, aprendizagem e retenção de conhecimento, indicando que os jogos digitais podem levar os treinamentos de situação de risco a um degrau mais alto de excelência. Por último, a Q5 (“Quando jogos para treinamento de situações de risco poderão ser aplicados?”) não foi respondida por nenhum dos estudos. Tal fato pode ser oriundo das peculiaridades do ambiente de trabalho dos gestores que se interessaram por esta questão (escala ininterrupta em ambiente isolado). Pesquisar o momento onde o trabalhador está mais propenso a receber treinamento pode contribuir para pesquisas futuras.

5. Considerações Finais

O presente artigo fez uma *Rapid Review* com a intenção de investigar o uso de jogos com propósito para treinamentos de situações de risco na indústria. Esta pesquisa se enquadra nos esforços feitos para melhorar os números de acidentes do trabalho que envolvem ação humana, mitigando os efeitos humanos e financeiros através da mudança de comportamento que pode ser obtida com o treinamento da força de trabalho.

Como resultado da análise dos estudos, foi possível observar que os jogos com propósito aplicados a treinamentos de situação de risco são percebidos como mais eficazes que treinamentos tradicionais. Existem diferentes tecnologias que dão suporte a aplicação dos jogos, com destaque para aplicações em computador e imersão em realidade virtual. Nesta pesquisa, também foi possível perceber que o principal alvo dos estudos analisados são as atividades produtivas, como plantas de produção e linhas de montagem, fazendo com que o público alvo mais frequente destes treinamentos sejam trabalhadores, operadores e mantenedores de sistemas industriais. Por fim, o custo-benefício de um jogo para utilização em treinamentos é frequentemente citado como vantajoso; porém, faltam números nos estudos avaliados para embasar este aspecto.

Ao final, os gestores entrevistados analisaram os resultados da RR¹ e argumentaram que os benefícios agregados com o uso de jogos digitais nos treinamentos estão evidenciados e embasados. Os gestores, ao discutirem os resultados em um grupo fechado em um aplicativo de mensagens, consideraram essencial que sejam aprofundados os estudos que tratam da comparação de custo e prazo de entrega de um jogo digital, principalmente no sentido de que estes números sejam comparados aos de treinamentos tradicionais. Tais informações, segundo eles, são básicas na tomada de decisão sobre qual metodologia poderá ser usada.

Assim sendo, existem indícios de que os jogos com propósito podem ser uma ferramenta inovadora para treinamentos de situações de risco, a partir da otimização da aprendizagem e do engajamento, através de aplicações diversas, com resultados melhores em aceitação e excelência comparados à métodos de treinamento tradicionais. Portanto, como trabalhos futuros, é necessário dar atenção à questão de quando jogos para treinamento de situações de risco poderão ser aplicados e pesquisar sobre o custo associado ao uso de jogos digitais para treinamentos de risco.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERJ (procs. E-26/010.002458/2019, E-26/210.688/2019 e 211.583/2019) e UNIRIO (PPQ-UNIRIO nº03/2022) por parcialmente financiarem este trabalho de pesquisa.

¹Rapid review report: <https://bit.ly/3L9tY05>

Referências

- Barbosa, L. O. e Ramos, W. (2012). Importância da prevenção de acidentes no setor de construção civil: um estudo de caso em uberlândia, minas gerais, brasil. *Revista Conhecimento Online*, 2.
- Basili, V. R. e Rombach, H. D. (1988). The tame project: Towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on software engineering*, 14(6):758–773.
- Brasil, I. S., Neto, F. M. M., Chagas, J. F. S., Monteiro, R., Souza, D. F. L., Bonates, M. F., e Dantas, A. (2011). An intelligent and persistent browser-based game for oil drilling operators training. In *International Conference on Serious Games and Applications for Health*, pages 1–9.
- Bruzzone, A. G., Massei, M., Solis, A. O., Poggi, S., Bartolucci, C., e Capponi, L. D. (2013). Serious games as enablers for training and education on operations on ships and off-shore platforms. In *Proceedings of the 2013 summer computer simulation conference*, pages 1–8.
- Cairo Junior, J. (2002). O acidente do trabalho e a responsabilidade civil do empregador. Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco.
- Cartaxo, B., Pinto, G., e Soares, S. (2018). The role of rapid reviews in supporting decision-making in software engineering practice. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering 2018*, pages 24–34.
- Chittaro, L. e Ranon, R. (2009). Serious games for training occupants of a building in personal fire safety skills. In *2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, pages 76–83. IEEE.
- Classe, T. M., De Araujo, R. M., Xexéo, G. B., e Siqueira, S. (2019). The play your process method for business process-based digital game design. *International Journal of Serious Games*, 6(1):27–48.
- Facchini, L. A., Weiderpass, E., e Tomasi, E. (1991). Modelo operário e percepção de riscos ocupacionais e ambientais: o uso exemplar de estudo descritivo. *Revista de Saúde Pública*, 25:394–400.
- Gallerati, P., Bagnato, S., Casciaro, D., Conte, A., e Maisano, M. (2017). Use of serious gaming and virtual reality applications improves students' learning retention and reduces safety risks and costs associated with training activities. In *Offshore mediterranean conference and exhibition*.
- IBGE (2022a). Ibge - contas nacionais. ibge, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9300-contas-nacionais-trimestrais.html>. Acesso em: 02 Junho 2022.
- IBGE (2022b). Ibge - produto interno bruto. ibge, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 06 Julho 2022.
- Kwegyir-Afful, E. e Kantola, J. (2020). Simulation-based safety training for plant maintenance in virtual reality. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, pages 167–173. Springer.
- Lacerda, É. R. M. e Abbad, G. (2003). Impacto do treinamento no trabalho: investigando variáveis motivacionais e organizacionais como suas preditoras. *Revista de Administração contemporânea*, 7:77–96.
- Lamotte, O., Galland, S., Koukam, A., Gaud, N., Shakshuki, E., et al. (2019). Modeling process of a third dimension universe for transportation simulation: Application to railway system. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 11(4):137–156.

- Lanzotti, A., Vanacore, A., Tarallo, A., Nathan-Roberts, D., Coccorese, D., Minopoli, V., Carbone, F., d'Angelo, R., Grasso, C., Di Gironimo, G., et al. (2020). Interactive tools for safety 4.0: Virtual ergonomics and serious games in real working contexts. *Ergonomics*, 63(3):324–333.
- Li, K., Hall, M., Bermell-Garcia, P., Alcock, J., Tiwari, A., e González-Franco, M. (2017). Measuring the learning effectiveness of serious gaming for training of complex manufacturing tasks. *Simulation & Gaming*, 48(6):770–790.
- Lovreglio, R., Duan, X., Rahouti, A., Phipps, R., e Nilsson, D. (2021). Comparing the effectiveness of fire extinguisher virtual reality and video training. *Virtual Reality*, 25(1):133–145.
- Lu, S., Wang, F., Li, X., e Shen, Q. (2022). Development and validation of a confined space rescue training prototype based on an immersive virtual reality serious game. *Advanced Engineering Informatics*, 51:101520.
- Mayer, I., Wolff, A., e Wenzler, I. (2013). Learning efficacy of the 'hazard recognition' serious game. In *International Conference on Serious Games Development and Applications*, pages 118–129. Springer.
- Ministério do Trabalho e Previdência (2022). Norma regulamentadora no. 4 (nr-4). Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr4.htm>. Acesso em: 07 Julho 2022.
- Mondragón Bernal, I. F., Lozano-Ramírez, N. E., Puerto Cortés, J. M., Valdivia, S., Muñoz, R., Aragón, J., García, R., e Hernández, G. (2022). An immersive virtual reality training game for power substations evaluated in terms of usability and engagement. *Applied Sciences*, 12(2):711.
- Motta, R., de Oliveira, K., e Travassos, G. (2021). Technical report: Rapid reviews on engineering of internet of things software systems. *arXiv preprint arXiv:2101.05869*.
- ONU (2022). Onu - acidentes de trabalho e mortes acidentais crescem no brasil em 2021. onu news, 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/04/1787092#>. Acesso em: 02 Junho 2022.
- Rosendo, M., Buriol, T., de Geus, K., Scheer, S., e Felsky, C. (2011). Towards the development of a 3d serious game for training in power network maintenance. In *2011 Third International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, pages 16–23. IEEE.
- Trindade, D., Dam, P., Raposo, A., e Santos, I. (2014). Simtjs: A model for developing serious games for training simtjs: Uma arquitetura para o desenvolvimento de jogos sérios para treinamento. In *Symposium on Virtual and Augmented Reality*, pages 131–134.
- Venturi, D., Konell, A. E., e Giovanela, A. (2021). Treinamento: importância e benefícios da disponibilização de treinamento nas organizações. *REVISTA CIENTÍFICA FAMAP*, 1(01).
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., e Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.