

# Análise e Visualização de Dados em Jogos de Treinamento de Situações de Risco na Indústria - Um Estudo em Mapeamento Sistemático

Cristiano Barroso Serra<sup>1</sup>, Tadeu Moreira de Classe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisa em Jogos Digitais para Contextos Complexos (JOCCOM)  
Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

cristianoserra@edu.unirio.br, tadeu.classe@uniriotec.br

**Abstract.** *The industry has faced significant challenges related to risks in hazardous situations. Inadequate workers' training decreases their skill in treating risks, creating dangerous industrial environments ready for accidents. In this context, games with a purpose rise, such as promissory approaches, offering an interactive and immersive environment for training sessions. Also, those games produce vast amounts of data that could be used as training metrics for organizational and risk management. Thus, in this article, we performed a systematic mapping study to look into that context. We found 846 studies, but only 10 were accepted to answer how gameplay data has been extracted from those games, analyzed, and presented to people. As a result, we identified data analysis and visualization techniques obtained by real-time gameplay, and they are used for players' training measures, mainly in the building, chemical, and environmental contexts. Therefore, we observed evidence that games with a purpose allied to data analysis and visualization techniques could offer a new perspective on performing and evaluating training sessions, contributing to the quality of work and decreasing the accident indexes in the industry.*

**Keywords.** *Games With Purpose, Hazard Training, Data Analysis and Visualization, Industry.*

**Resumo.** *Acidentes e os riscos na indústria são desafios significativos em relação execução de tarefas críticas. A falta de treinamento adequado dos funcionários compromete a capacidade de lidar com riscos, tornando o ambiente propenso a acidentes. Neste contexto, jogos com propósito para treinamento surgem como uma solução promissora, oferecendo um ambiente interativo e imersivo. Com foco em uma melhor gestão de risco, os gestores organizacionais podem utilizar os dados coletados por esses jogos como métricas de acompanhamento e aprimoramento. Pensando nisso, este estudo apresenta um mapeamento sistemático da literatura, com 846 estudos encontrados, dos quais, apenas 10 foram aceitos para responder como os dados destes jogos são extraídos, analisados e apresentados. Como resultado, foram identificadas técnicas de análise e visualização de dados, com extração de dados em tempo real para medir o desempenho dos jogadores durante o treinamento, elementos de design, gêneros de jogos e principais áreas como: indústria da construção, química e meio ambiente. Portanto, foi possível obter indícios de que jogos com propósito combinados com técnicas de análise e visualização de dados podem oferecer uma nova perspectiva para a realização e avaliação do treinamento e oferecer informações que contribuam com a melhoria dos índices de qualidade de trabalho e diminuição de risco de acidentes graves dentro da indústria.*

*Palavras-chave.* Jogos com Propósito, Treinamento de Risco, Análise e Visualização de Dados, Indústria.

## 1. Introdução

No Brasil, a indústria desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social do país, gerando uma receita total de 4,6 bilhões de reais em 2020 [IBGE 2023]. No entanto, esse setor enfrenta problemas que podem resultar em acidentes e perdas ambientais e humanas significativas. Somente em 2021, o número de acidentes no país atingiu a marca preocupante de 571.800 ocorrências, com 506 vítimas fatais nas indústrias de transformação e extrativista [Ruppenthal 2013, BRASIL 2021]. Em 2022, foram registrados mais de 612 mil acidentes [EBC 2022].

A compreensão dos contextos de risco, a avaliação adequada dos cenários e a implementação de medidas de prevenção são cruciais para evitar acidentes. No entanto, apenas identificar e avaliar essas situações não é suficiente. O treinamento adequado dos colaboradores desempenha um papel fundamental na prevenção de acidentes industriais [Thabit e Younus 2018]. Por meio de uma capacitação contínua, os funcionários são capacitados a reconhecer riscos, adotar boas práticas de segurança e agir adequadamente em emergências [Nazir et al. 2015, Salas e Cannon-Bowers 2001]. Investir em treinamento e capacitação é importante para garantir um ambiente de trabalho seguro e prevenir acidentes industriais [Nazir et al. 2015].

Os jogos com propósito têm sido amplamente utilizados como ferramentas de formação em vários domínios, desde a educação à formação empresarial, no entanto, a avaliação da eficácia do jogo no treinamento continua a ser um desafio, há uma necessidade real de se desenvolver novas formas de análise dos dados coletados para esse melhor entendimento [Bachvarova et al. 2012], pois essa avaliação dos treinamentos realizados com utilização de jogos com propósito ainda é um tema que necessita maior investigação [Horan et al. 2019].

A utilização de jogos com propósito gera uma quantidade significativa de dados, esses dados podem gerar insumos para análise do treinamento pelos instrutores e a gestão [El-Nasr et al. 2016]. A combinação de jogos com propósito e técnicas de extração, análise e visualização de dados pode proporcionar uma nova perspectiva no treinamento e avaliação dos colaboradores, oferecendo experiências interativas e imersivas que auxiliam no desenvolvimento de habilidades essenciais para a prevenção de acidentes e a promoção de uma cultura de segurança [Nazir et al. 2015, Yannakakis e Togelius 2018].

Visto isso, neste artigo o objetivo é investigar a literatura através de um mapeamento sistemático da literatura (MSL), tendo como propósito identificar práticas de treinamento na indústria que fazem uso de jogos com propósito alinhados com técnicas de extração, análise e visualização de dados. Desta maneira, nesta pesquisa pode-se descrever a questão principal: **Como jogos com propósito utilizam técnicas de extração, análise e visualização de dados e contribuem para o treinamento de situações de risco na indústria?**

Através da execução do MSL, foram identificados 846 estudos, dos quais, após uma revisão rigorosa, apenas 10 estudos foram aceitos, sendo considerados aptos para auxiliar a responder as questões de pesquisa. Os estudos indicam que os jogos com propósito são amplamente usados na formação em prevenção de riscos, principalmente com simulações em 3D, especialmente na Construção Civil e Indústria Química, com dados coletados em tempo real e visualizados por meio de gráficos de desempenho. Com base nesses estudos, essas informações são utilizadas para gestão de risco, tomada de decisão e resposta a

incidentes.

Essa pesquisa proporciona uma contribuição significativa à área de Sistemas de Informação, aproximando a prática acadêmica da realidade industrial. Ela identifica perspectivas que auxiliam no planejamento e implementação de sistemas para a otimização de treinamentos e fornecem informações relevantes para a tomada de decisão sobre a metodologia a ser adotada.

A estrutura do artigo segue da seguinte forma: a Seção 2 apresenta conceitos fundamentais para compreender atividades de risco, treinamentos e jogos com propósito. A Seção 4 detalha o planejamento do MSL. Os resultados e respostas às questões de pesquisa são apresentados na Seção 5. Por fim, a seção 6, são feitas as considerações finais.

## **2. Conceitos Fundamentais**

### **2.1. Riscos na Indústria**

O conceito de risco na indústria é compreendido como a combinação da gravidade do dano potencial e a probabilidade de ocorrência desse dano [Gul e Guneri 2015]. Compreender e avaliar de forma adequada os riscos associados às atividades industriais torna-se essencial para assegurar a segurança dos trabalhadores e o funcionamento eficiente das operações.

A avaliação de risco desempenha um papel fundamental na política de segurança de uma empresa [Marhavidas e Koulouriotis 2008, Ruppenthal 2013]. Uma capacitação adequada dos trabalhadores pode ser fundamental para que acidentes causados por erros humanos sejam evitados, pois a falta de treinamento é uma das principais causadoras de acidentes [Navarro 2022].

### **2.2. Extração, Tratamento, Análise e Visualização de Dados**

A extração de dados (*data acquisition*) envolve a coleta de informações brutas, enquanto o tratamento (*data cleaning*) é responsável por remover inconsistências, imprecisões e erros nos dados coletados. A qualidade desses processos é essencial para garantir a precisão e integridade dos dados [El-Nasr et al. 2016].

A análise de dados desempenha um papel crucial na compreensão de fenômenos e padrões. Através da análise, é possível obter um maior entendimento de comportamentos e padrões para aprimorar o sistema e apoiar na tomada de decisões.

A visualização de dados é uma ferramenta poderosa que permite representar graficamente as informações coletadas. Tabelas, gráficos e outras representações visuais facilitam a interpretação dos dados, possibilitando a identificação de tendências, padrões e discrepâncias [El-Nasr et al. 2016, Midway 2020].

A análise de dados fornece embasamento para tomar decisões estratégicas no desenvolvimento e aprimoramento de sistemas. Ela permite identificar áreas de interesse, compreender o comportamento dos jogadores e adaptar a experiência de jogo às preferências do público-alvo [Frutos-Pascual e Zapirain 2015, El-Nasr et al. 2016].

As técnicas de análise de dados podem ser descritivas, preditivas ou prescritivas. A análise descritiva compreende e resume os dados, identificando padrões, tendências e características importantes. A análise preditiva faz previsões e estimativas com base em padrões históricos. A análise prescritiva fornece recomendações e sugestões acionáveis para otimizar resultados futuros [Roy et al. 2022].

Em resumo, a extração, tratamento, análise e visualização de dados são essenciais para compreender e aprimorar softwares. Esses processos permitem obter compreensão valiosa e embasar decisões de forma mais precisa e eficiente.

### 3. Trabalhos Relacionados

Rufino Júnior et al. [2022] conduziram um *Rapid Review* explorando os benefícios dos jogos com propósito no treinamento de situações de risco na indústria. Destacaram os benefícios desses jogos digitais em aprendizagem, engajamento e adaptação em contextos de risco. Os estudos se concentraram em áreas como resgate, movimentação de cargas e evacuação de prédios, especialmente em energia elétrica e instalações petrolíferas.

Posteriormente, Rufino Júnior et al. [2023] realizaram um MSL analisando a aplicação dos jogos com propósito no treinamento de situações de risco na indústria. Os resultados indicam que esses jogos têm recebido mais atenção a partir de 2017. Os elementos de game design visam simular situações realistas e tecnologias como óculos de realidade virtual são utilizadas para proporcionar maior imersão. A falta de clareza sobre o custo da implementação desses jogos é uma limitação.

Este artigo se diferencia por focar na avaliação das técnicas de análise e visualização dos dados gerados durante o jogo de treinamento. Essa abordagem pode proporcionar uma compreensão mais aprofundada do impacto e avaliação dos treinamentos aplicados com jogos com propósito.

### 4. Planejamento do Mapeamento Sistemático de Literatura

Este estudo segue as etapas do modelo de MSL proposto por Kitchenham e Charters [2004], sendo dividido em: 1) Planejamento; 2) Condução e; 3) Divulgação dos Resultados. A partir destas etapas é possível realizar uma revisão mais aprofundada dos estudos preliminares dentro de uma área de investigação, possibilitando a identificação, avaliação e interpretação de pesquisas pertinentes com foco em uma determinada área ou tópico de pesquisa.

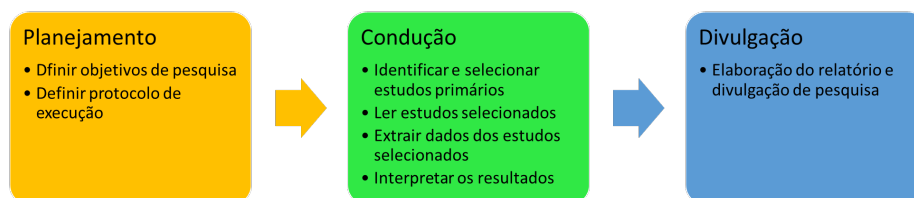


Figura 1. Etapas do MSL

#### 4.1. Planejamento

O planejamento em um MSL é determinado a partir da confecção de um protocolo a ser seguido para a condução do estudo. Assim, o protocolo deste MSL envolveu as etapas: i) definição do objetivo, ii) elaboração das questões de pesquisa, iii) seleção das fontes de dados, iv) composição da *string* de busca, v) definição de critérios de inclusão, exclusão e avaliação da qualidade dos trabalhos.

**O objetivo** foi definido com base no problema de pesquisa **Como são usados Jogos com Propósito e técnicas de extração, análise e visualização de dados voltados para prevenção de risco na indústria?**. O protocolo foi estruturado de acordo com a abordagem GQM (*Goal Question Metrics*), sendo definido como: **analisar** a existência de estudos primários; **com o propósito de** identificar jogos com propósito que utilizem técnicas de análise e visualização de dados; **relacionados a** treinamentos de situação de risco; **do ponto de vista de pesquisadores; no contexto de** indústrias.

Com base neste objetivo, foram elaboradas **6 questões secundárias de pesquisa**:

- Q1:** Em que situações que os jogos propósito foram utilizados para a formação em prevenção de riscos?
- Q2:** Como os dados são coletados, tratados e visualizados?
- Q3:** Como os dados extraídos/processados são utilizados?
- Q4:** Que métodos técnicas de extração, análise e visualização foram utilizados?
- Q5:** Quais elementos de *game design* estão presentes nos jogos?
- Q6:** Que gêneros de jogos puderam ser identificados?

Para a **seleção das fontes de dados**, foram utilizadas as principais fontes de dados onde estudos de computação e trabalhos de jogos são indexados: *ACM Digital Library*<sup>1</sup>, *EI Compendex*<sup>2</sup>, *IEEE Digital Library*<sup>3</sup>, *Science@Direct*<sup>4</sup>, *Scopus*<sup>5</sup>, *ISI Web of Science*<sup>6</sup>, *Springer*<sup>7</sup>, e *Wiley*<sup>8</sup>.

A partir disso, a **estratégia de busca** foi definida a partir do uso do PICOC (População, Intervenção, Comparação, Saída e Contexto) [Santos et al. 2007], o qual foi utilizado para organização e composição da *string* de busca nas bases (Tabela 1).

**Tabela 1. Termos e sinônimos usados no PICOC**

Dimensão	Termo em Português	Termo em inglês
População	Risco	<i>Risk OR Hazard</i>
Intervenção	Jogos com propósito	<i>Game with a purpose OR Serious Game</i>
Contexto	Indústria	<i>Industry</i>
Saída ( <i>Outcomes</i> )	<i>Analytics OR</i> Visualização	<i>Analytics OR Visualization</i>

Ao criar a *string* de busca, foram incluídos sinônimos das palavras-chave em inglês. Dessa maneira, a *string* de busca foi formulada como:

(“*risk*” OR “*hazard*”) AND  
 (“*game with a purpose*” OR “*game with purpose*” OR “*serious game*”) AND  
 (“*industry*”) AND  
 (“*analytics*” OR “*data visualization*”)

Devido às fontes e resultados variados, foram **definidos critérios de inclusão e exclusão** (Tabela 2). Desta maneira, estudos que apresentassem CI deveriam ser selecionados e analisados nas etapas de seleção e leitura completa (aceitação). Os estudos que forem classificados em ao menos um CE, deveriam ser excluídos das análises.

Para a etapa de aceitação foram estabelecidos 6 critérios de qualidade que deveriam ser observados na extração dos dados (Tabela 4.1). A estes critérios foram atribuídas notas para obter uma pontuação final. Neste trabalho, as notas variavam de 0 a 1, indicando se o estudo atendia ou não a cada critério específico.

Durante a condução do MSL, o *Parsif.al*<sup>9</sup> foi utilizado como uma ferramenta de apoio para o planejamento e organização das referências encontradas na etapa de busca. A partir disso, as análises foram organizadas em 3 etapas: remoção de duplicatas (etapa 1), seleção dos estudos (etapa 2) e aceitação dos trabalhos (etapa 3) que atendiam aos critérios de inclusão.

<sup>1</sup><https://dl.acm.org/>

<sup>2</sup><http://www.engineeringvillage.com>

<sup>3</sup><http://ieeexplore.ieee.org>

<sup>4</sup><http://www.sciencedirect.com>

<sup>5</sup><http://www.scopus.com>

<sup>6</sup><http://www.isiknowledge.com>

<sup>7</sup><http://link.springer.com>

<sup>8</sup><http://www.wiley.com>

<sup>9</sup><https://parsif.al/>

**Tabela 2. Critérios de Inclusão e Exclusão**

Código	Descrição.
CI-1	Estudo que aborde o uso de jogos com propósito voltados para prevenção de risco na indústria utilizando Coleta e Análise de dados.
CI-2	Estudo que aborde o uso de jogos com propósito voltados para prevenção de risco na indústria utilizando <i>Analytics</i> .
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 com propósito voltados para prevenção de risco na indústria.
CE-5	Estudo que não seja primário.
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.

**Tabela 3. Critérios de Qualidade**

Código	Descrição
<b>CQ1</b>	O estudo responde alguma das questões de pesquisa?
<b>CQ2</b>	O objetivo do estudo está definido de forma clara?
<b>CQ3</b>	Existe secção de trabalhos relacionados, no qual diferencia a proposta do estudo de outros trabalhos?
<b>CQ4</b>	A metodologia da pesquisa é claramente definida e apresentada?
<b>CQ5</b>	Os resultados estão claramente apresentados?
<b>CQ6</b>	O estudo apresenta claramente o contexto de treinamento para qual o jogo foi aplicado?

## 4.2. Condução do MSL

Após a definição do protocolo do MSL, foram realizadas buscas em fontes de dados durante maio e junho de 2023. No total, foram encontrados 846 estudos. Desses, 38 foram excluídos por serem duplicados (4% dos estudos). Na etapa de seleção, dos 808 estudos restantes, 796 não cumpriram os critérios de inclusão e foram eliminados (94% dos estudos)<sup>10</sup>, resultando em 10 estudos selecionados (1,2% dos estudos), como pode ser observado na Tabela 4.

**Tabela 4. Relação de estudos em cada etapa do MSL**

Base	Busca	Etapa 1		Etapa 2	
		Duplicados		Seleção	
		Revomidos	Restantes	Removidos	Aceitos
ACM Digital Library	53	0	52	53	1
El Compendex	1	0	1	1	0
IEEE Digital Library	0	0	0	0	0
Science@Direct	204	16	185	186	3
Scopus	495	13	486	472	6
Web of Science	0	0	0	0	0
Springer	58	1	57	57	0
Wiley	35	8	27	27	0
<b>Total</b>	<b>846</b>	<b>38</b>	<b>808</b>	<b>796</b>	<b>10</b>

## 5. Resultados

### 5.1. Análise Preliminar dos Estudos Aceitos

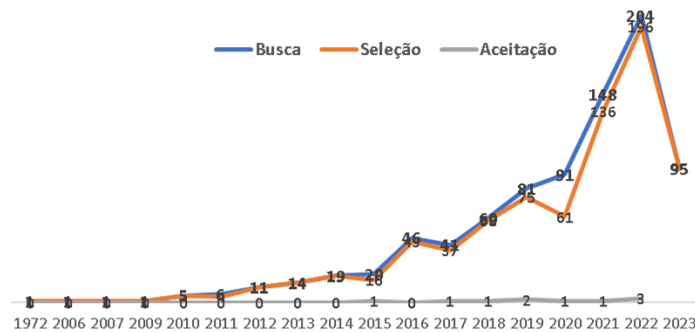
A Tabela 5 apresenta os 10 estudos aceitos para análise. Nela é apresentado um código (ID), o qual será responsável pela identificação do artigo ao longo da apresentação dos resultados, o ano da publicação, o título do estudo, e, a pontuação de qualidade após a leitura completa do texto.

De acordo com a Figura 2, a distribuição dos estudos ao longo dos anos mostra que os estudos sobre jogos com propósito em situações de risco industrial já foram observados décadas atrás. A partir de 2010, houve um aumento significativo no número de estudos, indicando um crescente interesse nesse tema no contexto industrial.

<sup>10</sup>Estudos removidos: 38 por CE-3 (4,49%), 674 por CE-4 (79,67%), 56 por CE-5 (6,62%) e 30 por CE-7 (3,55%).

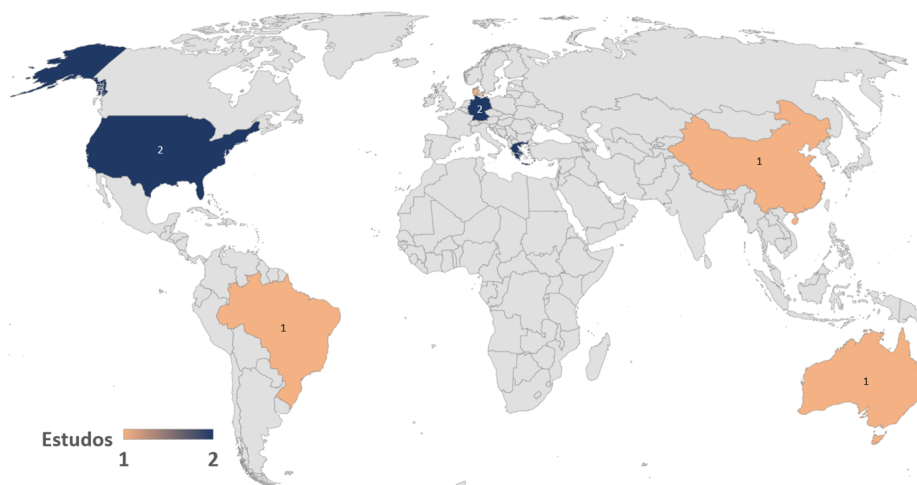
**Tabela 5. Estudos aceitos**

ID	Ano	Título	Qualidade
E01	2022	Active personalized construction safety training using run-time data collection in physical and virtual reality work environments [Jacobsen et al. 2022]	6
E02	2018	Serious games & human reliability. The use of game-engine-based simulator data for studies of evacuation under toxic cloud scenario [Andrade et al. 2018].	6
E03	2019	Developing a virtual reality environment for mining research [Bellanca et al. 2019]	6
E04	2019	Development of Virtual Reality Serious Game for Underground Rock-Related Hazards Safety Training [Liang et al. 2019]	6
E05	2021	Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry [Fracaro et al. 2021]	5
E06	2017	RiSKi: A Framework for Modeling Cyber Threats to Estimate Risk for Data Breach Insurance [Panou et al. 2017]	6
E07	2020	A serious gaming framework for decision support on hydrological hazards [Sermet et al. 2020]	6
E08	2015	A structured war-gaming framework for managing extreme risks [Liu et al. 2015]	6
E09	2022	Investigating hazard recognition in augmented virtuality for personalized feedback in construction safety education and training [Wolf et al. 2022]	6
E10	2022	Design, Development, and Evaluation of a Virtual Reality Serious Game for School Fire Preparedness Training [Mystakidis et al. 2022]	6



**Figura 2. Distribuição de estudos por ano de publicação.**

A Alemanha, Grécia e Estados Unidos têm a maior concentração de estudos, cada um representando 20% do total, enquanto Austrália, Brasil, China e Dinamarca têm apenas 1 estudo cada, totalizando 10%. Essas concentrações podem indicar áreas de especialização, colaborações acadêmicas ou interesse em questões específicas relacionadas ao tema do estudo.



**Figura 3. Distribuição geográfica dos estudos aceitos.**

A Figura 4 mostra que a distribuição da qualidade dos estudos selecionados apresenta uma pontuação elevada, 9 estudos com pontuação máxima de 6 pontos (90%) e apenas 1 estudo com pontuação de 5 pontos (10%), isso pode indicar que todos que os

resultados e conclusões obtidos a partir desses estudos são mais confiáveis e robustos.

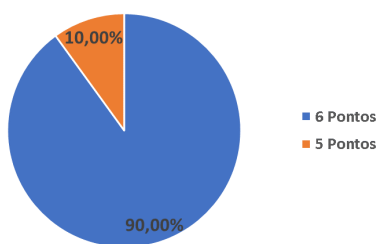


Figura 4. Percentual de qualidade dos estudos.

### 5.2. Q1: Em que situações que os jogos propósito foram utilizados para a formação em prevenção de riscos?

O objetivo desta questão é identificar as principais situações em que os jogos foram utilizados no treinamentos em situações de risco. Na Figura 5 observa-se que dentre os 10 estudos que foram examinados, representando 20% dos estudos estão as área de construção civil (E1 e E9), indústria química (E2 e E5) e ambiental (E7 e E8). Os setores menos abordados, com 10% dos estudos estão as áreas de cibersegurança e educação (E6 e E10).

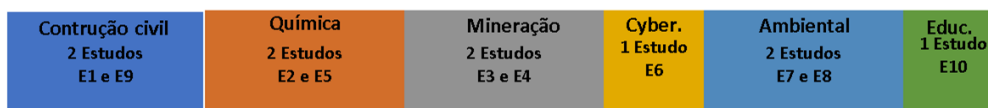


Figura 5. Principais contextos de uso identificados

### 5.3. Q2: Como os dados são coletados, tratados e visualizados?

Essa questão analisa os principais métodos e técnicas para coleta, tratamento e visualização de dados descritos. A Figura 6 mostra que todos os estudos apresentaram coleta de dados em tempo real (*run-time data collection*). Para o tratamento de dados, apenas o estudo E1 cita a remoção de dados duplicados. A visualização dos dados ocorreu majoritariamente através de gráficos de performance (E1, E2, E4, E5, E7, E9 e E10) onde podem ser apresentados dados como acurácia, pontuação, tempo e níveis.



Figura 6. Tipos de coleta, tratamento e visualização identificados.

### 5.4. Q3: Como os dados extraídos/processados são utilizados?

Essa questão tem como objetivo elucidar a importância da extração e processamento de dados na produção de jogos com propósito para o treinamento, ou seja, a extração e o processamento de dados de jogos sérios como uma parte fundamental do treinamento.

Em todos os estudos as propostas foram para treinamento com objetivo em gestão de risco, tomada de decisão e resposta a incidentes (E1, E2, E3, E4, E5, E6 E7, E8, E9 e E10). Apenas um estudo apresentou o contexto de redução de custo com seguro (E6).





Figura 7. Situações identificada de uso dos dados.

### 5.5. Q4: Que técnicas de análise foram utilizadas?

A questão tem como objetivo destacar os principais métodos de análise utilizados para jogos com propósito.

Em técnicas de análise descritiva, foi observado que os estudos E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8, E9 e E10 se concentraram na coleta e organização dos dados para compreender tendências, padrões e correlações passadas. Por outro lado, a análise preditiva foi empregada nos estudos E1, E2, E6 e E8, utilizando técnicas estatísticas e algoritmos para fazer previsões sobre eventos futuros com base em dados históricos. Já a análise prescritiva, presente nos estudos E6 e E8, foi utilizada para sugerir ações com o objetivo de otimizar resultados futuros. Essas diferentes abordagens de análise, descritiva, preditiva e prescritiva, permitiram que as organizações obtivessem dados valiosos sobre o desempenho dos participantes.



Figura 8. Técnicas de análise de dados identificadas.

### 5.6. Q5: Que elementos de *design* estão presentes nos jogos?

Essa questão visa encontrar elementos de *game design* que têm sido utilizados em conjunto de técnicas de extração de dados dos jogadores durante o *gameplay*. Os estudos E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 e E10 destacam a simulação de elementos reais como abordagem principal. Realidade virtual nos estudos E3, E4, E5 e E10 e realidade aumentada nos estudos E1 e E9.

Os estudos E1, E2, E3, E5 e E9 investigaram o **Tempo** gasto pelos jogadores; **Acurácia** (E1, E3, E5 e E9); **Pontuação** (E2, E4 e E7) foi usada para avaliar o desempenho dos jogadores; Os **Níveis** (E1, E2, E4, E6, E7, E9 e E10) acompanharam a progressão dos jogadores; **Recompensas** (E1, E2, E7, E8 e E10) incentivaram a participação contínua dos jogadores; **Feedback** (E1, E3, E4, E5, E7, E8, E9 e E10) fornecem dados sobre a experiência dos jogadores; **Estética** (E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8 e E9) influenciou as preferências dos jogadores.

### 5.7. Q6: Que gêneros de jogos podem ser identificados?

A questão tem o objetivo de elucidar quais os gêneros que foram objeto de escolha dos autores dos estudos analisados. O estudo E7 focou em jogos de competição e torneios, enquanto o estudo E9 se concentrou em jogos tipo *war-gaming*. Os estudos E1, E2, E3, E4, E5, E9 e E10 apresentaram simulações em ambientes 3D e os estudos E7, E8 simulações em 2D. No Estudo E6 não foi possível identificar o gênero. Os estudos examinados mostram a preponderância dos gráficos em 3 dimensões (3D), que usam a geometria para definir a profundidade e representam objetos e personagens.

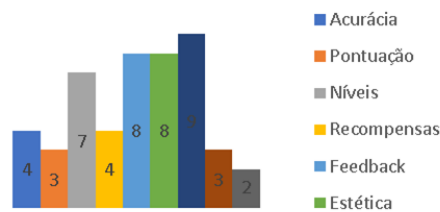


Figura 9. Elementos de *Game Desing*



Figura 10. Gêneros de jogos identificados.

## 6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O estudo apresentou um MSL com o objetivo de investigar Como jogos com propósito utilizam técnicas de extração, análise e visualização de dados e contribuem para o treinamentos de situações de risco na indústria. Após as análises e respostas às questões secundárias de pesquisa, foi possível observar indícios de que essa abordagem apresenta potencial para melhorar os treinamentos e promover um aprendizado mais eficaz. Os principais achados destacaram as áreas mais comuns de aplicação, como indústria da construção civil, química e ambiental, além do uso de elementos de game design e métodos de análise de dados.

A coleta e o processamento de dados em tempo real, juntamente com a integração de tecnologias imersivas, oferecem dados valiosos sobre o desempenho dos jogadores e possibilitam a identificação de comportamentos que possam gerar riscos. A análise descritiva, preditiva e prescritiva dos dados coletados ajudam na compreensão dos padrões passados, previsão de eventos futuros e sugestão de ações para otimizar resultados.

Apesar dos avanços, ainda há espaço para aprimorar a identificação de gêneros de jogos mais específicos, desenvolver novos elementos de *game design* e explorar as técnicas de tratamento de dados. A continuidade da pesquisa nessa área é essencial para melhorar as práticas de treinamento e explorar novas aplicações dos jogos com propósito.

Em conclusão, os jogos com propósito mostram-se uma ferramenta promissora para a formação em prevenção de riscos na indústria, proporcionando treinamentos mais eficazes, seguros e envolventes. A combinação de jogos com propósito com ferramentas de análise e visualização de dados indica ser uma ferramenta poderosa para o treinamento, tomada de decisões e gestão de risco. Com mais pesquisas e desenvolvimentos, espera-se que essa abordagem seja amplamente adotada e contribua para aprimorar a segurança e eficiência nas práticas industriais.

## Referências

Andrade, M., Souto Maior, C., Silva, E., Moura, M., e Lins, I. (2018). Serious games & human reliability. the use of game-engine-based simulator data for studies of evacuation under toxic cloud scenario. In *Proc. of Probabilistic Safety Assessment and Management Conference (PSAM 14)*, pages 1–12.

- Bachvarova, Y., Bocconi, S., van der Pols, B., Popescu, M., e Roceanu, I. (2012). Measuring the effectiveness of learning with serious games in corporate training. *Procedia Computer Science*, 15:221–232.
- Bellanca, J. L., Orr, T. J., Helfrich, W. J., Macdonald, B., Navoyski, J., e Demich, B. (2019). Developing a virtual reality environment for mining research. *Mining, metallurgy & exploration*, 36:597–606.
- BRASIL (2021). Evolução dos acidentes de trabalho. Disponível em: < <https://clusterqap2.economia.gov.br/extensions/RadarSIT/RadarSIT.html> > Acesso em: 23 mai. 2023.
- EBC (2022). Brasil registra mais de 612 mil acidentes de trabalho em 2022. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-03/brasil-registra-mais-de-612-mil-acidentes-de-trabalho-em-2022> > Acesso em: 23 mai. 2023.
- El-Nasr, M. S., Drachen, A., e Canossa, A. (2016). *Game analytics*. Springer.
- Fracaro, S. G., Chan, P., Gallagher, T., Tehreem, Y., Toyoda, R., Bernaerts, K., Glassey, J., Pfeiffer, T., Slof, B., Wachsmuth, S., et al. (2021). Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry. *Education for Chemical Engineers*, 36:12–23.
- Frutos-Pascual, M. e Zapiroain, B. G. (2015). Review of the use of ai techniques in serious games: Decision making and machine learning. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 9(2):133–152.
- Gul, M. e Guneri, A. F. (2015). A comprehensive review of emergency department simulation applications for normal and disaster conditions. *Computers & Industrial Engineering*, 83:327–344.
- Haoran, G., Bazakidi, E., e Zary, N. (2019). Serious games in health professions education: review of trends and learning efficacy. *Yearbook of medical informatics*, 28(01):240–248.
- IBGE (2023). Instituto brasileiro de geografia e estatística. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html> > Acesso em: 23 mai. 2023.
- Jacobsen, E. L., Solberg, A., Golovina, O., e Teizer, J. (2022). Active personalized construction safety training using run-time data collection in physical and virtual reality work environments. *Construction innovation*, 22(3):531–553.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004):1–26.
- Liang, Z., Zhou, K., e Gao, K. (2019). Development of virtual reality serious game for underground rock-related hazards safety training. *IEEE access*, 7:118639–118649.
- Liu, S., Aurambout, J.-P., Villalta, O., Edwards, J., De Barro, P., Kriticos, D. J., e Cook, D. C. (2015). A structured war-gaming framework for managing extreme risks. *Ecological Economics*, 116:369–377.
- Marhavilas, P. K. e Koulouriotis, D. (2008). A risk-estimation methodological framework using quantitative assessment techniques and real accidents' data: Application in an aluminum extrusion industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21(6):596–603.
- Midway, S. R. (2020). Principles of effective data visualization. *Patterns*, 1(9):100141.

- Mystakidis, S., Besharat, J., Papantzikos, G., Christopoulos, A., Stylios, C., Agorgianitis, S., e Tselentis, D. (2022). Design, development, and evaluation of a virtual reality serious game for school fire preparedness training. *Education Sciences*, 12(4):281.
- Navarro, A. F. (2022). A (im) previsibilidade da ocorrência de desvios, quase acidentes e acidentes. Acesso em: 23 mai. 2023.
- Nazir, S., Sorensen, L. J., Øvergård, K. I., e Manca, D. (2015). Impact of training methods on distributed situation awareness of industrial operators. *Safety Science*, 73:136–145.
- Panou, A., Ntantogian, C., e Xenakis, C. (2017). Riski: A framework for modeling cyber threats to estimate risk for data breach insurance. In *Proceedings of the 21st Pan-Hellenic Conference on Informatics*, pages 1–6.
- Roy, D., Srivastava, R., Jat, M., e Karaca, M. S. (2022). A complete overview of analytics techniques: descriptive, predictive, and prescriptive. *Decision intelligence analytics and the implementation of strategic business management*, pages 15–30.
- Rufino Júnior, R., Classe, T., e Santos, R. (2022). Jogos digitais para treinamento de situações de risco na indústria - rapid review. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1157–1166, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Rufino Júnior, R., Classe, T. M., e Siqueira, S. W. M. (2023). Games with training purpose for hazard situations in the industry - systematic mapping of the literature. In *Proceedings of IXX Brazilian Symposium of Information Systems*, pages 1–10, New York. ACM.
- Runfino Júnior, R., Classe, T. M., dos Santos, R. P., e Siqueira, S. W. M. (2023). Current risk situation training in industry, and games as a strategy for playful, engaging and motivating training. *Journal on Interactive Systems*, 14(1):138–156.
- Ruppenthal, J. E. (2013). Gerenciamento de riscos. *Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria*.
- Salas, E. e Cannon-Bowers, J. A. (2001). The science of training: A decade of progress. *Annual Review of Psychology*, 52:471 – 499. Cited by: 1005.
- Santos, C. M. d. C., Pimenta, C. A. d. M., e Nobre, M. R. C. (2007). A estratégia pico para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Revista latino-americana de enfermagem*, 15:508–511.
- Sermet, Y., Demir, I., e Muste, M. (2020). A serious gaming framework for decision support on hydrological hazards. *Science of The Total Environment*, 728:138895.
- Thabit, T. H. e Younus, S. Q. (2018). Risk assessment and management in construction industries. *International Journal of Research and Engineering*, 5(2):315–320.
- Wolf, M., Teizer, J., Wolf, B., Bükürü, S., e Solberg, A. (2022). Investigating hazard recognition in augmented virtuality for personalized feedback in construction safety education and training. *Advanced Engineering Informatics*, 51:101469.
- Yannakakis, G. N. e Togelius, J. (2018). *Artificial intelligence and games*, volume 2. Springer.