

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

KARLA CRISTINA BENTES MOREIRA

**ANÁLISE DO USO DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE
SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

SÃO CARLOS

2024

KARLA CRISTINA BENTES MOREIRA

**ANÁLISE DO USO DA GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientadora: Prof^a Dr^a Sheyla Mara Baptista Serra.

SÃO CARLOS

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Karla Cristina Bentes Moreira, realizada em 07/08/2024.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar)

Prof. Dr. Daniel Braatz Antunes de Almeida Moura (UFSCar)

Profa. Dra. Bianca Maria Vasconcelos (UPE)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, cuja presença e orientação constante me deram força, sabedoria e perseverança para enfrentar todos os desafios durante esta jornada acadêmica. Sem a Sua graça e bênçãos, a conclusão desta dissertação não teria sido possível. Toda honra e glória sejam dadas a Ele.

Em especial, meu agradecimento à minha orientadora, Prof.^a Dra. Sheyla Mara Baptista Serra, pela orientação, paciência e compreensão que durante esta jornada foram fundamentais. Foi uma honra aprender com você a ser pesquisadora.

Aos membros da banca de qualificação e defesa do mestrado, Prof.^a Dra. Bianca Maria Vasconcelos Valério e Prof. Dr. Daniel Braatz Antunes de Almeida Moura, pelas valiosas contribuições que enriqueceram este estudo e contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico.

À instituição de ensino parceira, Faculdade Guaraí, na cidade de Guaraí no Tocantins, que colaborou na realização desta pesquisa, expresso meu sincero agradecimento.

Aos meus pais e irmãos, minha gratidão eterna pelo apoio incondicional. Vocês sempre estiveram ao meu lado, proporcionando as melhores condições para que eu pudesse estudar e crescer. Devo tudo a vocês.

À minha amiga e parceira de mestrado, Cecília Carniello Correa, que esteve ao meu lado durante estes anos e trabalhou comigo nesse grupo de pesquisa e estudos. Sou imensamente grata pelo companheirismo e apoio.

Ao Prof. Dr. Alípio Pacheco Filho por todo suporte no âmbito estatístico dessa pesquisa. Sua participação foi fundamental, muito obrigada.

Aos meus demais amigos que me incentivaram a continuar e que me ouviram desabafar durante todo esse caminho, meu muito obrigada.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv). Minha gratidão se estende ao corpo docente do PPGECiv/UFSCar que participaram da minha formação como mestra. Mesmo com os desafios impostos pela pandemia, se dedicaram para ministrar as aulas com excelência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço o apoio e incentivo à pós-graduação brasileira.

Meu profundo agradecimento a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“É justo que muito custe o que muito vale”

Santa Teresa d’Ávila

RESUMO

MOREIRA, K. C. B. **Análise do uso da gamificação no ensino de segurança do trabalho na construção civil.** 2024. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2024.

O aprimoramento no processo de ensino e aprendizagem é uma constante nos cursos de Engenharia Civil. A gamificação surge como uma proposta estratégica para dinamizar o ensino em sala de aula. Essa estratégia consiste na inserção de mecânicas e características de jogos com o objetivo de engajar, motivar e facilitar o aprendizado dos estudantes. O objetivo desta pesquisa foi analisar o impacto da aprendizagem sobre segurança do trabalho com estudantes de graduação em Engenharia Civil por meio de uma atividade gamificada. A ferramenta de gamificação escolhida foi o *Hazfinder*, um jogo de treinamento para identificação de perigos, desenvolvido pela agência estadunidense de Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA). O jogo funciona como uma simulação de um canteiro de obras, onde os participantes devem identificar e mitigar os perigos ao longo de 30 dias de construção. O experimento foi aplicado durante um evento acadêmico na forma de uma oficina, na qual participaram estudantes de graduação do 3º ao 10º período do curso de graduação em Engenharia Civil. Foram desenvolvidos instrumentos na forma de testes de conhecimento sobre o tema, aplicados antes e depois da gamificação, para aferir a absorção do conteúdo. Além disso, foram realizados testes de motivação e de satisfação dos jogadores. Os resultados demonstraram um aumento no conhecimento dos participantes após a realização da atividade de gamificação, bem como registraram o interesse deles com o uso de games, inclusive fora do ambiente escolar. A análise geral indicou que deve ser incentivando o uso da gamificação em atividades curriculares como forma de promover o engajamento e satisfação dos estudantes. Embora os resultados não sejam estatisticamente significativos, a continuação dos estudos é sugerida a fim de confirmar que o uso de jogos educacionais pode aumentar o engajamento dos estudantes e melhorar o seu desempenho acadêmico.

Palavras-chave: jogo sério; simulação; jogo; ludificação; ensino-aprendizagem; ensino superior; engenharia civil; construção civil.

ABSTRACT

MOREIRA, K. C. B. **Analysis of the use of gamification in teaching work safety in the construction industry.** 2024. 144 p. Dissertation (Master's degree in Civil Engineering), Federal University of São Carlos, São Carlos, 2024.

Improvements in the teaching and learning process are constant in Civil Engineering courses. Gamification has emerged as a strategic proposal to streamline classroom teaching. This strategy includes inserting game mechanics and features to engage, motivate, and facilitate student learning. This research aimed to analyze the impact of learning about Occupational Safety with undergraduate Civil Engineering students through a gamified activity. The gamification tool chosen was Hazfinder, a training game for identifying hazards developed by the US Occupational Safety and Health Administration (OSHA). The game works as a simulation of a construction site, where participants must identify and mitigate hazards over 30 days of execution. The experiment was applied during an academic event in a workshop where undergraduate students from the 3rd to 10th period of the Civil Engineering undergraduate course participated. Instruments were developed as knowledge tests and applied before and after gamification to assess content absorption. In addition, player motivation and satisfaction tests were conducted. The results demonstrated an increase in participants' knowledge after completing the gamification activity and recording their interest in using games, including outside the school environment. The general analysis indicated that gamification in curricular activities should be encouraged to promote student engagement and satisfaction. Although the results were not statistically significant, further studies are suggested to confirm that using educational games can increase student engagement and improve their academic performance.

Keywords: serious game; serious games; simulation; game; gamification; teaching-learning; university education; Civil Engineering; civil construction.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Representação esquemática dos elementos de jogos interconectados.....	22
FIGURA 2 - Alunos envolvidos no Jogo DOMEGO.....	29
FIGURA 3 - Projeto de um novo edifício comercial no desafio da sustentabilidade..	30
FIGURA 4 - Fluxograma de delineamento da pesquisa.	38
FIGURA 5 - Fluxograma PRISMA da Revisão Sistemática.....	39
FIGURA 6 - Interface da HAZFINDER apresentando os cenários disponíveis.	44
FIGURA 7 - Cenário Inicial da Construção.....	44
FIGURA 8 - Segundo layout do canteiro de obras.	45
FIGURA 9 - Terceiro layout do canteiro de obras.	45
FIGURA 10 - Interface do jogo ao final dos 30 dias de obra.	46
FIGURA 11 - Alunos respondendo aos testes pré-gamificação.	51
FIGURA 12 - Alunos jogando <i>HAZFINDER</i>	52
FIGURA 13 - Questão 6 do TC1.	64
FIGURA 14 - Fluxograma de estruturação do método de experimentação do Protocolo Gama de Carvalho (2012) associado ao jogo <i>HAZFINDER</i> . 73	

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Elementos dos jogos didáticos	25
QUADRO 2 - Estrutura para avaliação da eficiência da gamificação para a educação em engenharia.....	32
QUADRO 3 - Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura.	40
QUADRO 4 - Tradução dos resultados da Figura 10.	47
QUADRO 5 - Caracterização dos alunos participantes.	57
QUADRO 6 - Classificação de notas dos alunos nos testes de conhecimento.	59
QUADRO 7 - Notas e acertos de cada aluno nos testes de conhecimento.	61
QUADRO 8 - Descrição dos dados dos alunos com incremento negativo.	63
QUADRO 9 - Resposta sobre perfil de jogador.....	134
QUADRO 10 - Respostas do Teste de Conhecimento 1.....	135
QUADRO 11 - Classificação dos alunos no TC1.	136
QUADRO 12 - Respostas do Teste de Conhecimento 2.....	137
QUADRO 13 - Classificação dos alunos no TC2.	138
QUADRO 14 - Respostas do Questionário de Satisfação.....	139

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Tipos de jogos mais jogados pelos participantes.....	58
GRÁFICO 2 - Divisão de notas no TC1.....	60
GRÁFICO 3 - Divisão de notas no TC2.....	60
GRÁFICO 4 - Incremento de notas entre os testes.....	62
GRÁFICO 5 - Opinião dos participantes sobre o jogo.....	65
GRÁFICO 6 - Opinião dos alunos sobre a jogabilidade do jogo.....	66
GRÁFICO 7 - Gráficos Boxplots das notas dos testes 1 (TC1) E 2 (TC2).	67
GRÁFICO 8 - Gráficos Boxplots das relações entre o Incremento da nota e as variáveis Satisfação, Semestre, Sexo, CST, Jogos no cotidiano e Habilidade.	69
GRÁFICO 9 - Gráficos de dispersão das relações entre o Incremento da nota e as variáveis Idade, Pontuação e Tempo de jogo.	70
GRÁFICO 10 - Gráfico de dispersão da relação entre Incremento na nota e Idade.	71

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AR	<i>Augmented Reality</i> , realidade aumentada
BIM	<i>Building Information Modeling</i> , modelagem de informação da construção
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
CST	Contato com Segurança do Trabalho
DOL	<i>Department of Labor</i> , Departamento de Trabalho
EUA	Estados Unidos da América
GBL	<i>Game Based Learning</i> , aprendizagem baseada em jogos
h	Horas
MEC	Ministério da Educação
min	Minuto (s)
MPT	Ministério Público do Trabalho
OSHA	<i>Occupational Safety & Health Administration</i> , agência estadunidense de Administração de Segurança e Saúde Ocupacional
PBL	<i>Project Based Learning</i> , aprendizagem baseada em projetos
PPGECiv	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
QM	Questionário de Motivação
QS	Questionário de Satisfação
RPG	<i>Role-Playing Game</i> , jogo de interpretação de papéis
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
s	Segundo (s)
SGVS	Sistema de Gerenciamento e Visualização de Segurança
SP	Estado de São Paulo
TC1	Teste de Conhecimento 1
TC2	Teste de Conhecimento 2
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TICs	Tecnologias de Informação e de Comunicação
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Geral	19
1.2.2	Específicos	19
1.3	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	19
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO	21
2.1.1	<i>Design</i> de jogos.....	23
2.1.2	Elementos da gamificação	25
2.1.3	Tipos de gamificação	26
2.1.4	Exemplos de gamificação na construção civil	28
2.1.5	Avaliação da Gamificação	31
2.2	GAMIFICAÇÃO LIGADA AO DESEMPENHO ACADÊMICO	34
2.2.1	Motivação e engajamento	34
2.2.2	Fixação do conteúdo	35
3	MÉTODO DE PESQUISA	37
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	37
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	37
3.2.1	Revisão Sistemática de Literatura.....	39
3.2.2	Experimentação	41
3.2.2.1	Ferramenta de gamificação: <i>Hazfinder</i>	43
3.2.2.2	Elaboração dos questionários	48
3.2.2.3	Definição da amostra para os experimentos	49
3.2.2.4	Preparação do ambiente de gamificação	50
3.2.2.5	Aplicação dos questionários pré-gamificação	50
3.2.2.6	Aplicação do jogo	51
3.2.2.7	Aplicação dos questionários pós-gamificação.....	53

3.2.2.8	Coleta de dados das pontuações dos testes de conhecimento	53
3.2.3	Métrica de análise dos dados obtidos	53
3.2.3.1	Análise estatística do incremento de nota entre TC1 e TC2	53
3.2.3.2	Análise estatística da influência das variáveis independentes	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
4.1	EXPERIMENTO	56
4.1.1	Caracterização da instituição de ensino	56
4.1.2	Caracterização dos estudantes participantes	56
4.1.3	Respostas do Questionário de Motivação	58
4.1.4	Respostas dos Testes de Conhecimento	59
4.1.5	Respostas do Teste de Satisfação	65
4.1.6	Análise estatística dos instrumentos	66
4.1.6.1	Análise do incremento de nota entre TC1 e TC2	66
4.1.6.2	Análise da influência das variáveis independentes	67
4.2	RECOMENDAÇÕES PARA REALIZAÇÃO DE UM NOVO EXPERIMENTO... ..	72
4.2.1	Definições.....	73
4.2.2	Coleta de dados	74
4.2.3	Tratamento de dados	75
4.2.4	Resultados	75
4.2.5	Análises.....	75
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5.1	QUANTO AO OBJETIVO GERAL	77
5.2	QUANTO AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	77
5.3	QUANTO À AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO	78
5.4	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	79
5.5	PROPOSTAS FUTURAS DE PESQUISA	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A – Revisão Sistemática de Literatura	88
	APÊNDICE B – Teste de Conhecimento 1.....	118
	APÊNDICE C – Teste de Conhecimento 2.....	123
	APÊNDICE D – Questionário de Motivação.....	129

APÊNDICE E – Questionário de Satisfação	131
APÊNDICE F – GLOSSÁRIO	133
APÊNDICE G – Respostas do Questionário de Motivação	134
APÊNDICE H – Respostas do Teste de Conhecimento 1	135
APÊNDICE I – Respostas do Teste de Conhecimento 2	137
APÊNDICE J – Respostas do Questionário de Satisfação	139
APÊNDICE K – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	141
ANEXO A – Dados da pesquisa aprovada pelo CEP-UFSCar.....	144

1 INTRODUÇÃO

A educação atual, geralmente, baseia-se em abordagens de aprendizado mais tradicionais e baseadas em papel que carecem de experiências práticas. A fim de alcançar os conhecimentos modernos, a solução é fazer a transição dessa educação tradicional para uma educação interativa e tecnológica (Beh *et al.*, 2021). Uma vez que crianças e adultos aprendem e se desenvolvem por meio de brincadeiras, há uma lógica por trás da integração dos jogos nas estratégias de ensino para promover a aprendizagem ativa (González, 2018).

A gamificação, enquanto estratégia de aprendizagem, traz inovação e integração para o ambiente acadêmico, seja ele virtual ou real (Borges Jr., 2020). O jogo promove a motivação para continuar jogando, pois o desejo de vencer é intrínseco. Esse desejo ressalta a dedicação e o envolvimento do aluno participante com o conteúdo em questão (Dib; Adamo-Villani, 2014).

Singh *et al.* (2021) apontam que o avanço tecnológico e o rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) – como o uso do celular e das plataformas de ensino – aumentaram o interesse dos pesquisadores em buscar mecanismos de gamificação como ferramenta pedagógica significativa para sustentar o engajamento dos alunos.

González (2018) aponta que a busca constante por novas formas de motivar os acadêmicos e a apresentação de um *feedback* imediato pode ser um meio de ajudá-los a reter o conhecimento exposto em sala de aula. Segundo Reyes *et al.* (2021), o aluno motivado tem maior esforço e tempo de estudo do que o aluno desmotivado.

Kim (2015) aponta que o uso de *games* ou atividades gamificadas no favorecimento ao engajamento dos estudantes em atividades tidas por eles como enfadonhas pode ser um desafio, mas pode-se chegar a um atrativo jogo e apoiá-los adequadamente no processo de ensino-aprendizagem. O jogo aproxima o processo de aprendizagem à própria realidade do estudante, estimulando o desempenho repetitivo de tarefas sem torná-las monótonas e possibilitando o alcance de recompensas.

Jääskä, Aaltonen e Kujala (2021) apontam que a aprendizagem gamificada é adotada no ensino superior, principalmente na área da computação, seguidos pelas

áreas de negócios e ciências. No entanto, o uso de *games* no ensino na área de Engenharia e Construção já existe, atendendo diferentes grupos de assuntos, como sustentabilidade ambiental (Dib *et al.*, 2012; Dib; Adamo-Villani, 2014), segurança do trabalho (Greuter *et al.* 2012; Din e Gibson Jr., 2019) gestão da produção (Abourizk *et al.*, 2009; Herrera *et al.*, 2019; Taillandier *et al.*, 2021) e outros.

Dada a importância da temática da saúde e segurança do trabalhador, os jogos para aprendizado de conceitos e treinamento sobre segurança do trabalho na construção civil tem se destacado no meio acadêmico e profissional (Kazar e Comu, 2021; Guimarães, Cavalcanti e Vasconcelos, 2024). O setor da construção é reconhecido como possuidor de grau de risco elevado para acidentes do trabalho. O Ministério Público do Trabalho em São Paulo (MPT-SP) aponta que mais de 450 trabalhadores da construção civil morrem a cada ano no Brasil, sendo a atividade econômica na qual morrem mais trabalhadores no Brasil (MPT-SP, 2023).

As legislações e normas técnicas de segurança do trabalho orientam a organização e prevenção de acidentes em canteiro de obras, todavia, a sua implementação ainda é complexa e necessita de maiores orientações para os estudantes e profissionais atuantes. A utilização de tecnologia da informação pode permitir superar dificuldades no ensino da segurança do trabalho por meio de simulações, modelagens, ambientes exploratórios e jogos de realidade virtual para aumentar o interesse, reter o conhecimento e facilitar sua aplicação (Inoubli e Khedher, 2022; Guimarães, Cavalcanti e Vasconcelos, 2024).

Autores como Pacheco-Torres *et al.* (2017) e Sousa (2020) aplicaram diferentes jogos presenciais para complementar o currículo escolar dos estudantes de Engenharia Civil e obtiveram resultados positivos quanto a motivação e/ou fixação de conteúdo. Por sua vez, Alberti *et al.* (2019), Ledesma *et al.* (2018) e Reyes *et al.* (2021) utilizaram de jogos online como ferramenta de auxílio no ensino de nível superior. Os resultados indicaram aumento do interesse no aprendizado, devido a melhor visualização, interatividade e competitividade que os jogos online oferecem. Reyes *et al.* (2021) relataram a melhoria do engajamento dos alunos, o que resultou em melhores notas e menos reprovações nas disciplinas. Além disso, os alunos avaliaram a abordagem gamificada de forma muito positiva e interessante. Os autores utilizaram de reuniões com os alunos antes da gamificação, testes de conhecimento ao longo

da disciplina e questionário pós-gamificação para avaliar o aprendizado e a satisfação dos participantes.

Rodegheri *et al.* (2020) utilizaram do jogo *Parade Game* para o ensino do ritmo do processo de produção na construção civil com alunos de graduação. A estratégia utilizada consistiu na adaptação do jogo para o ambiente virtual e os resultados demonstraram um acréscimo de 20% na assertividade das respostas pós-jogos em relação ao teste anterior ao jogo. Os autores utilizaram questionário pré e pós-jogo para aferir a assertividade dos alunos sobre o tema.

No entanto, apesar das experiências citadas, o procedimento de como avaliar a aprendizagem baseada em jogos não é ainda suficientemente estabelecido: é necessário saber se o aluno aprendeu o conteúdo, mas distinguindo se ele o fez (ou não) devido ao jogo e não por outros aspectos (Carvalho, 2012). Portanto, é necessário desenvolver estudos que levem métodos para determinação de métricas de análise dos resultados de ensino-aprendizagem por meio da gamificação.

Carvalho (2012) propõe um método de avaliação do processo de ensino-aprendizagem, porém outros autores também apresentam algumas propostas complementares, como o uso de grupos de controle (Ebner; Holzinger, 2007; Liao *et al.*, 2010; Zechner; Ebner, 2011; González, 2018; Patil; Kumbhar, 2021) e o uso de dados de classes anteriores (Ebner; Holzinger, 2007; Bolkas *et al.*, 2021; Pagán *et al.*, 2022; Kazemiroodsari; Folajimi, 2022; Pérez *et al.*, 2022). Entretanto, nem sempre as formas de avaliação do aprendizado são previamente discutidas com base no objetivo da gamificação. Muitas das estratégias utilizadas não apresentam o detalhamento dos instrumentos utilizados, como a apresentação dos testes utilizados, bem como a avaliação se os mesmos estão adequados verificando a assertividade da questão.

Assim, para o melhor uso da gamificação na educação, deve haver uma avaliação contínua dos instrumentos e método de aplicação dos jogos para verificar se os objetivos estão sendo alcançados.

Portanto, neste trabalho foram propostos instrumentos de avaliação da aplicação da gamificação que possam medir o desempenho acadêmico de estudantes de Engenharia Civil na temática de segurança do trabalho, por meio de uma intervenção de ensino baseada na gamificação.

1.1 JUSTIFICATIVA

O método de ensino tradicional é descrito como um método expositivo, onde o instrutor desempenha o papel central, enquanto os alunos têm um papel mais passivo. O envolvimento do aluno em sala de aula resume-se à captura das informações dadas, sem muita interação e resultando em níveis mais baixos de compreensão (Hamzeh, 2017).

A nova geração de estudantes possui estreita relação com a tecnologia, diferente das gerações anteriores. Portanto, a inserção de mecanismos tecnológicos e de jogos no ambiente educacional pode contribuir na participação e aprendizagem (Taillandier *et al.*, 2021).

A gamificação, enquanto estratégia de aprendizagem, inova e integra o ambiente acadêmico, seja ele virtual ou presencial (Carrillo; Flores, 2020). Durante um jogo, o desejo de vencer envolve o participante, motiva e aumenta sua dedicação na temática do jogo (Dib; Adamo-Villani, 2014). A gamificação na educação representa uma possibilidade criativa e interdisciplinar para motivar e engajar, desenvolver habilidades cognitivas, sociais e motoras. Entretanto, deve haver uma avaliação contínua da aplicação para verificar se os objetivos estão sendo alcançados.

Portanto, a gamificação é uma nova tendência metodológica na educação, podendo utilizar da inserção das Tecnologias de Informação e de Comunicação (TICs) no contexto educacional (Borges Jr., 2020). Por meio dos jogos é possível aumentar a motivação, o engajamento e a compreensão do conhecimento. Os jogos sérios que vêm sendo desenvolvidos no campo da engenharia civil tratam de uma grande variedade de assuntos (Taillandier *et al.*, 2021).

González (2018) utilizou do aprendizado baseado em jogos, como método de avaliação dos conhecimentos dos alunos. Os resultados indicaram aumento nos fatores motivacionais e o aumento na retenção de conhecimento comparado ao ensino convencional, em função das tecnologias de visualização e da competitividade que os jogos oferecem.

Logo, a temática escolhida para esta pesquisa buscou apresentar uma proposta de aprimoramento do ensino superior em Engenharia Civil por meio da aplicação de um jogo virtual existente, disponível na internet para acesso livre, que pode ser utilizado para a educação formal e para o aperfeiçoamento e treinamento

profissional. Definiu-se o tema de gamificação como segurança do trabalho, devido à importância do mesmo para a formação dos estudantes, bem como para treinamento profissional.

Os trabalhadores da construção civil enfrentam diariamente inúmeros riscos ocupacionais de diferentes tipos e níveis de complexidade em cada projeto. O ambiente de trabalho em canteiros de obras expõe os trabalhadores a diversos perigos. Por isso, é essencial que eles possuam o conhecimento e a capacidade de lidar com esses riscos. Assim, no setor da construção civil, há uma necessidade crescente de fomento ao conhecimento e às habilidades necessárias para um desempenho profissional seguro e eficiente (Kai Ren *et. al*, 2022).

Os Estados Unidos da América (EUA) firmaram, em 2023, um pacto histórico com o Brasil em prol dos direitos do trabalho. A iniciativa visa valorizar os empregos dignos e seguros nos dois países e em escala global (Agência Gov, 2023). Sendo a maior economia mundial e com uma indústria da construção crescente e numerosa, os EUA são referência na temática de saúde e segurança do trabalho.

Em 1970, os EUA publicaram a Lei de Segurança Ocupacional e Saúde (*Occupational Safety and Health Act*) que estabeleceu a criação da *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), agência referencial de Administração de Segurança e Saúde Ocupacional no mundo inteiro (*Department of Labor* (DOL), 2024). A partir daí ficou regulamentado que os empregadores têm a responsabilidade de proporcionar ambientes de trabalho seguros e saudáveis para seus empregados. A agência é a encarregada de assegurar essas condições para os trabalhadores nos Estados Unidos, estabelecendo normas e oferecendo treinamento, educação e suporte (OSHA, 2024).

O jogo selecionado foi o *OSHA's Hazard Identification Training Tool* (Ferramenta de treinamento de identificação de perigos da OSHA) simplificada e denominada de *Hazfinder* (<https://www.osha.gov/hazfinder>). Trata-se de um jogo que simula situações de treinamento e identificação de perigos, com instruções claras para aplicação e desenvolvido por instituição consolidada na área de segurança do trabalho. O jogo possui três diferentes ambientes de trabalho, entre eles um canteiro de obras, visando melhorar a absorção de conhecimento dos estudantes e profissionais sobre segurança do trabalho e identificação de perigos, além de uma maior motivação e engajamento com o conteúdo estudado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

O objetivo desta pesquisa foi analisar o impacto de uma atividade gamificada no processo de aprendizado de estudantes de graduação em Engenharia Civil por meio do seu conhecimento sobre Segurança do Trabalho na construção civil.

1.2.2 Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Propor instrumentos que permitam avaliar o processo de aprendizagem da temática de segurança do trabalho aplicada à indústria da construção civil no Brasil;
- Melhorar o ambiente de aprendizado sobre segurança do trabalho;
- Conhecer o perfil de jogador dos participantes;
- Entender a existência de incremento, ou seja, variação de aprendizado entre os resultados dos testes de conhecimento;
- Verificar o grau de satisfação dos participantes da atividade gamificada.

1.3 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Os resultados dos testes foram restritos a uma amostra da instituição participante da pesquisa, e alguns dos dados estatísticos gerados não apresentaram significância perante a quantidade pequena de participantes.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação de mestrado está dividida em cinco capítulos, sendo que o primeiro apresenta uma introdução ao tema pesquisado, os objetivos e a justificativa para realização deste trabalho. O capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica para embasar a aplicação de gamificação em salas de aula de Engenharia Civil. O capítulo 3 apresenta o Método de Pesquisa proposto, descrevendo as atividades a serem realizadas e suas peculiaridades. O capítulo 4 aponta os resultados, as discussões decorrentes da pesquisa e uma síntese do processo de aplicação do jogo para

experimentos futuros. Por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais e as sugestões de continuidade da pesquisa.

Por fim, são apresentados como apêndices que podem ser caracterizados como produtos significantes para a pesquisa. O Apêndice A apresenta a Revisão Sistemática de Literatura acerca do assunto da dissertação. Os Apêndices B, C, D, E e F apresentam os instrumentos de pesquisa elaborados e aplicados no experimento da pesquisa. Enquanto os Apêndices G, H, I e J mostram as respostas obtidas com cada instrumento e que subsidiaram as reflexões da pesquisa.

Por envolver seres humanos, a pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O Anexo A mostra as informações do protocolo da pesquisa no CEP e o Apêndice K apresenta a versão do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) exibido aos participantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta revisão bibliográfica introdutória, procura-se pontuar tópicos relacionados ao ensino superior, com foco na graduação em Engenharia Civil e o panorama atual de utilização de gamificação como estratégia de aprendizagem.

2.1 GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Os métodos clássicos de ensino-aprendizagem têm sido amplamente utilizados no ensino superior. No entanto, as atuais metodologias de ensino e avaliação estão incorporando técnicas dinâmicas que permitem uma maior participação do aluno no processo de aprendizagem. É fundamental que o modelo clássico de educação se adapte às mudanças da sociedade e utilize ferramentas adequadas para estimular a motivação no processo educativo (Gamarra *et al.*, 2021).

Reyes e Galvéz (2011) citaram a mudança na educação superior europeia que utilizava de métodos de ensino e avaliação puramente tradicionais e passou a adotar aspectos como: a aprendizagem cooperativa, o trabalho em grupo, a avaliação contínua e o uso de novas tecnologias em sala de aula.

Os cursos de engenharia são compostos por uma base teórica, incluindo conceitos matemáticos e físicos, mas incluem também uma elevada componente prática. A demanda por resultados e o uso de metodologias tradicionais de ensino têm gerado desmotivação e baixo engajamento por parte dos alunos (Gamarra *et al.*, 2021).

Patil e Kumbhar (2021) afirmam que a 'aprendizagem ativa' está entre as palavras-chave emergentes no ensino de engenharia. A aprendizagem ativa refere-se à ideia de que os alunos estão ativamente engajados no processo de aprendizagem, em vez de absorver passivamente o conteúdo. Nos últimos anos, a implementação de estratégias de gamificação no ensino de engenharia tem sido um tema de inúmeras pesquisas (Alhammad; Moreno, 2018).

O termo *gamification* consiste no uso de elementos de *design* de jogos em atividades fora do contexto de mero entretenimento (Deterding *et al.*, 2011). O objetivo é gerar ou transformar experiências para promover emoções e interações semelhantes às dos jogos. A utilização de mecanismos provenientes de jogos são

considerados elementos prazerosos e desafiadores, contribuindo para a criação de um ambiente propício ao engajamento dos participantes (Alhammad; Moreno, 2018). A Figura 1 representa os quatro elementos essenciais para qualquer jogo: voluntariedade, regras, objetivos e *feedbacks*.

Figura 1 - Representação esquemática dos elementos de jogos interconectados.



Fonte: SILVA *et al.*, 2019.

A voluntariedade é inerente à aceitação das regras, dos objetivos e dos *feedbacks*. As regras são compostas por diretrizes que restringem e organizam as ações dos participantes. Estas fomentam o uso de criatividade e de estratégia para alcançar o sucesso no jogo. Os objetivos são o propósito a ser alcançado no jogo. Os *feedbacks* informam os jogadores quanto à sua participação dentro do jogo e em relação ao objetivo. Os *feedbacks* devem ser imediatos e claros para fomentar a motivação (Silva *et al.*, 2019).

O potencial da gamificação na educação baseia-se na hipótese de que ela apoia e motiva os alunos e pode, assim, levar a melhores processos e resultados de aprendizagem (Alhammad; Moreno, 2018). A abordagem de aprendizado baseada em jogos pode ser implementada no currículo como estratégia única ao longo de todo o estudo ou como parte de várias estratégias para conteúdos individuais (Alanne, 2015).

Jogos também podem ser ambientes sociais, reforçando competências e habilidades dos jogadores. Jogos de simulação são excelentes ferramentas de aprendizagem, pois podem replicar contextos reais ou mesmo proporcionar situações de treinamento que ocorrem em circunstâncias muito específicas (Carvalho, 2012).

A aprendizagem baseada em jogos (*Game Based Learning* - GBL) é um mecanismo que utiliza de jogos para obter resultados de aprendizagem distintos. Este visa principalmente encontrar um equilíbrio entre o conteúdo, a jogabilidade e a capacidade dos usuários para absorver e aplicar o conteúdo no contexto do mundo real (Singh *et al.*, 2021). Professores e alunos participam ativamente do processo, e cooperam para explorar o conteúdo para tornar o aprendizado mais envolvente e interessante.

Apesar do conceito de gamificação ser simples, sua aplicação real no ensino de engenharia não é tão simples, pois várias condições e decisões diferentes devem ser cuidadosamente consideradas nas fases de planejamento e implementação (Gamarra *et al.*, 2021). As atividades baseadas em jogos *online*, por exemplo, podem ser executadas por meio de uma plataforma de aprendizagem na *web* projetada especificamente para este fim (Alanne, 2015).

A gamificação também requer um esforço que tenta misturar muitos princípios de ensino e aprendizagem para realizar algumas tarefas complexas. Para que um evento seja considerado como uma “atividade de gamificação” válida, a unidade inteira ou todos os participantes (por exemplo, todos os alunos da turma) precisam usar as técnicas e os princípios do jogo de maneira eficaz (Çeker; Özdamli, 2017).

2.1.1 Design de jogos

De acordo com Deterding *et al.* (2011), os sistemas gamificados não precisam necessariamente ser parecidos com jogos, mas devem ser “desenhados” de forma a tirar vantagem de aspectos da psicologia humana, da mesma forma que os jogos fazem. O *design* de jogos pode ser entendido com um processo pelo qual um *designer* cria um contexto para ser encontrado pelo participante, e do qual emergem significados (Salen; Zimmerman, 2004). Ao processo de concepção do jogo são associados elementos de *design* de jogos e teorias de aprendizagem (Ahmad, 2019).

Diferentes autores se posicionam sobre quais são os elementos necessários para o processo de *design* de jogos. McGonigal (2011) destacou que quatro elementos são fundamentais em qualquer jogo, a saber:

- O **objetivo** é o resultado específico que os jogadores trabalharão para alcançar. Concentra a sua atenção e fornece aos jogadores um senso de propósito.
- As **regras** impõem limitações sobre como os jogadores podem atingir o objetivo. Ao remover ou limitar as formas óbvias de chegar ao objetivo, as regras empurram os jogadores a explorar espaços de possibilidades anteriormente inexplorados.
- O **sistema de *feedback*** diz aos jogadores o quão perto eles estão de atingir o objetivo. Pode assumir a forma de pontos, níveis, pontuação ou barra de progresso. Ou, em sua forma mais básica, o sistema de *feedback* pode ser tão simples quanto o conhecimento dos jogadores sobre um resultado objetivo: "O jogo termina quando . . ." O *feedback* em tempo real serve como uma promessa aos jogadores de que o objetivo é definitivamente alcançável, e fornece motivação para continuar jogando.
- A **participação voluntária** exige que todos os que estão jogando aceitem consciente e voluntariamente o objetivo, as regras e o *feedback*. A liberdade de entrar ou sair de um jogo à vontade garante que intencionalmente o trabalho estressante e desafiador seja vivenciado como atividade segura e prazerosa.

McGonigal (2011) afirma que a definição pode parecer incompleta por omitir elementos como interatividade, gráficos, narrativa, recompensas, competição, ambientes virtuais ou a noção de "vencer" – características frequentemente associadas aos jogos contemporâneos. Embora esses elementos sejam comuns em muitos jogos, eles não são essenciais. Estes elementos servem para reforçar e aprimorar os quatro componentes fundamentais. Uma narrativa envolvente torna o objetivo mais imprevisível ou agradável. Os gráficos, sons e ambientes virtuais imersivos podem aumentar a capacidade de manter a atenção no jogo. Os algoritmos que ajustam a dificuldade conforme o jogador avança podem auxiliar nas formas de redefinir o objetivo e introduzir regras mais desafiadoras.

2.1.2 Elementos da gamificação

Segundo Hunicke *et al.* (2004), os jogos didáticos, sejam digitais ou não, podem ser particionados em três componentes ou elementos: mecânicas (elementos de funcionamento do jogo), dinâmicas (interações entre os jogadores e as mecânicas selecionadas) e estéticas (emoções do jogador em relação ao suporte do jogo). Essa estrutura é denominada *MDA framework* (Mecânica, Dinâmica e Estética) pelos autores.

Outra definição é apresentada por Costa e Marchiori (2016), onde as divisões dos elementos dos jogos são: mecânicas, dinâmicas e componentes (aplicações específicas visualizadas e utilizadas na interface do jogo). Para esses autores, cada mecânica pode ser ligada a uma ou mais dinâmicas, e cada componente a uma ou mais mecânicas ou dinâmicas. De uma forma geral, o Quadro 1 apresenta um resumo dos principais elementos identificados nos jogos.

Quadro 1 - Elementos dos jogos didáticos

Dinâmicas	Mecânicas	Componentes
Emoções	Aquisição de recursos	Avatar
Narrativa	Avaliação (<i>feedback</i>)	Bens virtuais
Progressão	Chance	<i>Boss</i>
Relacionamentos	Cooperação e competição	Coleções
Restrições	Desafios	Combate
	Recompensas	Conquistas
	Transações	Conteúdos bloqueáveis
	Turnos	Emblemas / medalhas
	Vitória	Gráfico social
		Missão
		Níveis
		Pontos
		Presentes
		<i>Ranking</i>
		Times

Fonte: Adaptado de Costa e Marchiori, 2016.

Para Kim (2015) é importante destacar que para gamificar uma atividade não é necessária utilizar todos os elementos dos jogos. Ou seja, pode-se utilizar desde um número reduzido, até uma quantia maior dos elementos. Segundo o autor, a criatividade e a imaginação de cada *designer* desempenham um papel único na criação de peças de sucesso.

O uso dos elementos deve ser associado aos objetivos da gamificação e do processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, a competição entre estudantes ou equipes pode estimular os jogadores a terem bons resultados no projeto, aumentando seu interesse no conteúdo e incentivando o trabalho em equipe para obter o sucesso do projeto (Taillandier *et al.*, 2021).

2.1.3 Tipos de gamificação

Uma diferença fundamental entre o jogo e a gamificação está no objetivo da atividade envolvida. Enquanto o objetivo principal dos jogos é entreter o usuário, na gamificação o objetivo é mudar as atitudes e o comportamento do usuário (Çeker; Özdamli, 2017).

Na gamificação, o "jogo" é considerado uma ferramenta, um elemento para atingir objetivos específicos em qualquer área, que geralmente não é orientada para jogos (Çeker; Özdamli, 2017). A aprendizagem baseada em jogos considera o desenvolvimento de atividades gamificadas relacionando as próprias atividades tradicionais e os conteúdos da profissão a ser aprendida (Centre for Teaching Excellence, 2020).

Nos estudos de engenharia, a Gamificação e o seu subconceito de Jogos Sérios são modelos pedagógicos bastante difundidos. Tal como noutros âmbitos de aplicação, a abordagem à sua utilização ou análise preocupa-se sempre com os jogadores, a sua experiência psicológica e a relevância dos seus resultados de aprendizagem (Paciarotti, Bertozzi e Sillaots, 2021).

Portanto, o conceito de *serious game* é um treinamento oferecido sobre a forma de um jogo que foi construído para atender às necessidades específicas de um grupo (Laamarti; Eid; Saddik, 2014). Estes jogos estão sendo usados em treinamento corporativo, educação, resolução de problemas, treinamento militar, saúde, gestão pública etc. Na concepção do jogo sério tudo deve ser cuidadosamente projetado e

desenvolvido de acordo com o uso específico pretendido, grupo-alvo, habilidades, preferências e experiências de uso dessas ferramentas (Almeida; Simões, 2019).

A simulação é entendida como outra técnica de aprendizagem que permite o treinamento de atividades e processos do mundo real em um ambiente seguro, não envolvendo necessariamente um jogo (Almeida; Simões, 2019). Jogos de simulação são excelentes ferramentas de aprendizagem, pois podem replicar contextos reais ou mesmo proporcionar situações de treinamento que ocorrem em circunstâncias muito específicas (Carvalho, 2012). Os jogos de simulação estão entre os mais utilizados no mundo da educação que têm por finalidade transmitir uma realidade não fictícia, bem próxima do ambiente real.

Park e Kim (2013) apontam que o rápido avanço recente das tecnologias de visualização e os trabalhos de pesquisa reconhecidos melhoraram as práticas de gestão de segurança na construção e a identificação de riscos de segurança. Entretanto, ressalta-se que nem toda simulação e/ou realidade virtual encaixa no conceito de jogo sério, mas sim a inserção de elementos de jogos. Os autores propõem um protótipo de sistema de gerenciamento e visualização de segurança (SGVS) que integra modelagem de informações de construção (BIM), rastreamento de localização, realidade aumentada (Augmented Reality, AR) e tecnologias de jogos.

Diversos jogos de simulação se utilizam dos recursos eletrônicos em sua implementação. Os jogos virtuais são aqueles realizados em meios eletrônicos. Eles necessitam do suporte de aparelhos eletrônicos, como computadores ou celulares para que o jogo aconteça. Os jogos virtuais podem (ou não) ter conexão com a internet.

O uso de jogos de simulações que se utilizam de realidade virtual possibilita sanar a deficiência de conhecimentos práticos e laboratoriais no currículo de Engenharia Civil. Os cursos de engenharia são compostos por uma base teórica, incluindo conceitos matemáticos e físicos, mas incluem também uma elevada componente prática. Por meio da experiência virtual, é possível realizar visitas e inspeções prediais sem sair do lugar, e com total segurança, promovendo um treinamento prático e eficaz para melhorar o conhecimento dos indivíduos envolvidos na construção civil (Beh *et al.*, 2021).

Os jogos de tabuleiro são um dos mais antigos em uso na educação. Os jogos de tabuleiro utilizam, normalmente, de um tabuleiro ou superfície plana, e algum tipo

de complemento, como dados, cartas ou fichas. O surgimento dos jogos de *hobby*, mais tarde conhecidos como jogos de tabuleiro modernos podem oferecer modelos para uso educativo e de simulação, tornando-os envolventes para os jogadores apropriados (Sousa, 2020). Este tipo de jogo pode proporcionar experiências que são úteis para a aprendizagem e atividades de treinamento.

As estratégias de desenvolvimento da gamificação também procura utilizar da conexão com a internet para envolver o aluno e empoderá-lo no ambiente de ensino. Uma das vantagens dos jogos virtuais online é que eles podem permitir o *feedback* em tempo real entre aluno e professor. Um dos tipos de jogos mais comum praticado nessa modalidade é a realização de *quiz*, ou seja, perguntas e respostas por meio de ferramentas de gamificação para auxílio no ensino. As estratégias de aprendizagem gamificadas mantém uma relação de competição positiva por meio de ciclos de *feedback* imediatos, mantendo a motivação e os desafios para a aprendizagem individual atingíveis (Alberti *et al.*, 2019).

O conceito de gamificação e o uso de jogos sérios demonstram a versatilidade e o potencial dessas ferramentas na educação e treinamento, especialmente no contexto da Engenharia Civil. A aplicação dessas técnicas não apenas facilita a aquisição de conhecimento, mas também simula situações práticas, preparando os indivíduos para os desafios do mundo real. Ao utilizar tecnologias como a realidade virtual e a simulação, é possível superar as limitações de aprendizado tradicionais, promovendo uma experiência educativa mais rica e envolvente.

No próximo capítulo, serão expostos exemplos de jogos aplicados na construção civil, destacando como esses recursos têm sido utilizados para aprimorar o treinamento, a segurança e a eficiência no setor.

2.1.4 Exemplos de gamificação na construção civil

As evidências crescentes sugerem que jogos sérios podem preencher a lacuna entre o conhecimento teórico e o conhecimento aplicado/prático e melhorar a aprendizagem dos alunos nas disciplinas de engenharia, arquitetura e construção (Dib; Adamo-Villani, 2014). Diversos autores têm pesquisado e avaliado o uso educativo de jogos na Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), sendo que alguns exemplos serão citados neste subcapítulo.

Castronovo *et al.* (2014) utilizaram do *Virtual Construction Simulator 3* (VCS3) para simular o planejamento e o gerenciamento de um projeto de construção. Hamzeh *et al.* (2017) utilizaram de jogos de simulação para ensino dos conceitos de Construção Enxuta (*Lean Construction*), trabalho em equipe, fluxo de trabalho e o impacto da logística da cadeia de suprimentos.

Taillandier *et al.* (2021) ensinaram as fases, partes interessadas e desafios de uma construção por meio da criação e utilização do jogo Domego. Um jogo de tabuleiro de gestão de recursos para 2 a 6 jogadores, conforme demonstrado na Figura 2, em que cada jogador encarna uma das partes interessadas envolvidas em um projeto de construção. O objetivo global é partilhado por todos os intervenientes e consiste em garantir o sucesso do projeto minimizando o seu custo, minimizando a sua duração e maximizando a sua qualidade. Individualmente, devem assegurar a sustentabilidade da sua atividade por meio do cumprimento dos respectivos objetivos (obter lucros e assegurar a sua reputação).

Figura 2 - Alunos envolvidos no jogo Domego.

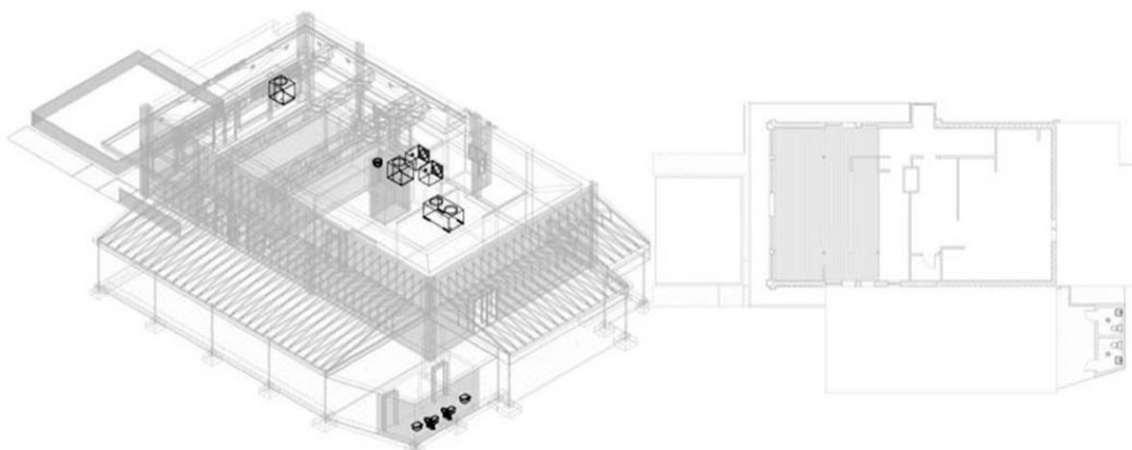


Fonte: TAILLANDIER *et al.*, 2021.

O jogo de interpretação de papéis ou *role-playing game* (RPG) consiste na realização de tarefas por meio de um personagem fictício. Os RPG são jogos de representação, na qual um grupo de jogadores, orientados por um mestre – que coordena e narra o jogo – cria uma história coletivamente, na forma oral, escrita ou animada (Soares *et al.*, 2015). Esse formato de jogo promove a construção de metáforas e representações imaginárias que podem levar à liberdade, ao estímulo de questionamentos, ao diálogo entre diferentes saberes e ao exercício da diversão.

Dib e Adamo-Villani (2014) criaram o jogo Desafio da Sustentabilidade para ensinar os princípios e práticas de sustentabilidade na construção para estudantes. O protagonista do jogo viaja por seis níveis de diferentes tipos de edificações. A Figura 3 ilustra uma das atividades do jogo: o projeto do novo edifício a ser trabalhado no nível 5 (prédios comerciais) e o jogador deve calcular o consumo de água do edifício e melhorar sua eficiência hídrica.

Figura 3 - Projeto de um novo edifício comercial no Desafio da Sustentabilidade.



Fonte: Dib; Adamo-Villani, 2014.

Os edifícios do jogo estão localizados em diferentes estados dos Estados Unidos e com base em sua localização geográfica apresentam diferentes desafios de sustentabilidade a serem sanados (Dib; Adamo-Villani, 2014).

Jacobsen *et al.* (2021) propõem auxiliar na conscientização sobre segurança e na capacidade de detectar e corrigir perigos em realidade virtual por meio do jogo Unity 3D e do *software* Blender para visualização de objetos tridimensionais.

Paciarotti, Bertozzi e Sillaots (2021) desenvolveram um jogo de aprendizagem para transferir temas específicos do programa para estudantes de engenharia, por meio do *software* *Learner Designer Approach to Serious Games* (LDASG) e os resultados obtidos mostram como o LDASG pode competir com sucesso com outras metodologias ativas de aprendizagem.

Lucena e Saffaro (2020) propõem uma simulação para identificação de riscos à segurança do trabalhador, utilizando de *smartphones* com sistemas iOS. Getuli *et al.* (2021) também propõem a utilização de realidade virtual para experiências

imersivas baseadas em BIM para treinamento de segurança do trabalhador, por meio de óculos de RV, *smartphone* e *joystick*.

Portanto, é evidente que as inovações tecnológicas, juntamente com o uso de ferramentas digitais e computadores, têm impulsionado a eficiência, a produtividade e a automação em diversos campos, incluindo o setor AECO, o ensino de engenharia e a segurança do trabalho (Guimarães, Cavalcanti e Vasconcelos, 2024).

2.1.5 Avaliação da Gamificação

A gamificação pode ser usada como uma ferramenta de aprendizagem ativa para melhorar a compreensão dos alunos e, conseqüentemente, alcançar os resultados esperados. Os jogos influenciam o desempenho acadêmico por meio da motivação, do engajamento no processo e da fixação de conteúdo, propriamente dita (Patil; Kumbhar, 2021). As estratégias de gamificação fornecem maneiras para os alunos desenvolverem habilidades de pensamento crítico, habilidades sociais e competências profissionais (Gamarra *et al.*, 2021). Colocar o aluno em uma posição ativa de aquisição de conhecimento e usar a motivação induzida pelo jogo viabiliza a obtenção de conhecimento em profundidade (Taillandier *et al.*, 2021).

Para Beh *et al.* (2021), o ensino gamificado tem melhor aceitação e retenção de conhecimento do que o ensino tradicional devido às tecnologias de visualização que facilitam a assimilação e o aprendizado. Clark *et al.* (2021) relataram maior engajamento, aumento significativo na habilidade profissional de escrever, mas não apresentaram diferença estatisticamente significativa no senso de comunidade.

Segundo Kim (2015), no desenho e avaliação da gamificação, deve-se também estar ciente de variáveis como sexo, idade e cultura. Essas orientações podem desempenhar um papel na variação na recepção da aplicação gamificada.

Dessa forma, a avaliação dos jogos educacionais no contexto acadêmico, deve considerar uma série de fatores que auxiliarão na compreensão do processo de ensino-aprendizagem. Uma possibilidade é utilizar uma avaliação comparativa dos resultados de desempenho dos estudantes em diferentes turmas, comparando um período com outro, com e sem a aplicação da gamificação (Ebner; Holzinger, 2007; Perez *et al.*, 2022). Outros pesquisadores procuram criar dois grupos de comparação

no mesmo semestre, sendo que um deles participa do processo de forma tradicional e outro com o uso da gamificação (Liao *et al.*, 2019; Patil; Kumbhar, 2021).

De uma forma resumida, Carvalho (2012) propõe um método de avaliação da eficiência da gamificação para a educação em engenharia. A estrutura de avaliação é dividida em três etapas – alfa, beta e gama, sendo que cada uma possui objetivos claros, protocolos predefinidos e ferramentas de coleta de dados, a saber:

- Alfa: está principalmente relacionado com objetivos formativos, que é a melhoria do jogo em si no nível de interface do usuário, jogo e dinâmica de jogo. Está mais direcionado aos responsáveis pelo desenvolvimento do jogo.
- Beta: com amostras de usuários, ainda está relacionado com objetivos formativos, e aborda principalmente os objetivos educacionais do jogo. O foco desta etapa é no jogo, sua mecânica e interação;
- Gama: após a implementação completa do jogo, se caracteriza por aprender sobre os objetivos somatórios, que é a avaliação da eficiência do jogo como uma ferramenta de aprendizagem para resultados específicos (habilidades ou competências).

O Quadro 2 traz um resumo comparativo das etapas Beta e Gama direcionadas aos principais usuários do jogo – estudantes e professores.

Quadro 2 - Estrutura para avaliação da eficiência da gamificação para a educação em engenharia

Etapas	Beta	Gama
Público	Amostras dos usuários finais que são trazidos para comentar o jogo.	Usuários finais, durante a primeira rodada de implementações.
Protocolo	Identificar participantes (professores/treinadores/alunos). Selecionar participantes que jogarão o jogo, tentando terminá-lo. Os participantes devem: • Medir o tempo para terminar cada cena; • Responder ao questionário. Entrevistar os participantes usando o guia de entrevista semiestruturada. Informar os resultados ao coordenador.	Identifique os usuários que vão participar dos testes. Explique o procedimento de teste aos professores. Pré-teste: realizado antes do jogo ser jogado, compõe-se de: • Teste de Conhecimento 1; • Questionário de Motivação; Pós-teste: ocorre após o jogo ser jogado, compõe-se de: • Teste de conhecimento 2; • Questionário de Satisfação; Os alunos são convidados a dar sua própria opinião sobre o jogo. Os professores respondem a um questionário sobre a atividade. Informe o resultado.

Etapas	Beta	Gama
Ferramentas de coleta de dados	Questionário: Verifica as três dimensões: • Jogabilidade; • História do Jogo; • Mecânica e Usabilidade; Baseado em uma Escala Likert de 5 pontos pedindo aos usuários que classifiquem as declarações em uma escala de 1 a 5, dependendo do quanto concordam com uma determinada declaração.	Para alunos: • Teste de Conhecimento 1: diagnóstico do nível atual do aluno em termos das competências/habilidades antes da aplicação do jogo; • Questionário de Motivação: estabelece, de antemão, a motivação do aluno para o tema, mas também para o uso de jogos; • Teste de conhecimento 2: estabelece uma comparação das competências e habilidades finais com o diagnóstico inicial do nível do aluno; • Questionário de Satisfação: visa estabelecer informações sobre: satisfação e motivação; competência percebida; experiência do usuário; Para professores: • Questionário visa estabelecer informações sobre satisfação e motivação; integração com currículo.
Outros tópicos de avaliação	• Entrevista semiestruturada: visa fazer com que os entrevistados respondam a um conjunto de perguntas predeterminadas, mas deixando espaço para outras perguntas que possam surgir durante a entrevista, seja do entrevistador ou do entrevistado.	• Questões de gênero • Países e Diferenças Culturais • Faixas etárias • Colaboração: perguntas aos alunos e análise qualitativa e quantitativa da colaboração obtidas por meio das ferramentas de comunicação (fóruns, mensagens instantâneas, e-mail, f2f (face to face) de comunicação etc.

Fonte: Adaptado de Carvalho, 2012.

Na proposta elaborada por Carvalho (2012), destacou-se a realização do pré e pós-teste, para mensurar a situação de aprendizagem, considerando o conhecimento e a motivação dos alunos, assim como, a percepção do professor quanto à mediação da gamificação. Após a aplicação em um caso real, Carvalho (2012) observou que a estrutura proposta de avaliação foi eficiente. Foi verificado que a maioria dos alunos tinha algum conhecimento sobre o assunto do jogo. Foi percebida uma clara progressão nas competências desde o diagnóstico até o teste final de conhecimento. Houve demonstração de atratividade e motivação pelos alunos. Os professores mencionaram a possível integração curricular e o efeito motivacional sobre os alunos.

2.2 GAMIFICAÇÃO LIGADA AO DESEMPENHO ACADÊMICO

A gamificação pode ser usada como uma ferramenta de aprendizagem ativa para melhorar a compreensão dos alunos e, conseqüentemente, alcançar os resultados esperados. Os jogos influenciam o desempenho acadêmico por meio da motivação, do engajamento no processo e da fixação de conteúdo, propriamente dita (Patil; Kumbhar, 2021).

2.2.1 Motivação e engajamento

A motivação dos alunos é de fundamental importância na utilização de atividades educacionais para estudo e aprendizado da disciplina. A motivação e participação dos alunos no processo de aprendizagem são elementos chave na educação. A motivação com que os alunos realizam atividades acadêmicas, tanto dentro como fora da sala de aula, é um dos fatores que determina o nível de aprendizagem alcançado (Reyes *et al.*, 2021).

Tolemei (2017) aponta o uso de *games* ou atividades gamificadas no favorecimento ao engajamento dos estudantes em atividades tidas por eles como enfadonhas. O jogo aproxima o processo de aprendizagem à própria realidade do estudante, estimulando a execução de tarefas para o avanço e alcance de recompensas, além do fácil acesso por meio de celulares, *tablets* e computadores.

Uma combinação de competição e colaboração aumenta a motivação e o prazer. A competição entre estudantes ou equipes pode estimular os jogadores a terem bons resultados no projeto, aumentando seu interesse no conteúdo e incentivando o trabalho em equipe para obter o sucesso desejado (Taillandier *et al.*, 2021).

O método de ensino gamificado tem maior facilidade de uso devido aos maiores fatores motivacionais e de engajamento por meio da adoção de tecnologias e recursos audiovisuais que envolvem o usuário na atividade (Beh *et al.*, 2021).

Reyes *et al.* (2021) relataram a melhoria do engajamento dos alunos, o que resultou em melhores notas e menos reprovações nas disciplinas. Além disso, os alunos avaliaram a abordagem gamificada de forma muito positiva e interessante.

Nota-se, portanto, a tendência de aumento do engajamento e interesse no assunto abordado por meio da manutenção da motivação que o *game* proporciona aos participantes.

2.2.2 Fixação do conteúdo

O mais importante para conceituar os jogos educacionais é por meio de sua utilidade no contexto acadêmico, a fim de potencializar a participação dos alunos com os conteúdos das disciplinas e aumentar a compreensão e aplicação dos conceitos estudados na vida profissional futura (Szabó Júnior, 2020). Colocar o aluno em uma posição ativa de aquisição de conhecimento e usar a motivação induzida pelo jogo viabiliza a obtenção de conhecimento em profundidade (Taillandier *et al.*, 2021).

Beh *et al.* (2021) apontam que o ensino gamificado tem melhor aceitação e retenção de conhecimento do que o ensino tradicional devido às tecnologias de visualização. Entretanto, não apenas a facilidade de visualização, mas sabe-se que outros mecanismos gamificados também facilitam a assimilação e o aprendizado, como a criação de um espaço lúdico, a realização de *feedbacks*, o potencial de engajamento, a competição, a premiação, entre outros.

Reyes *et al.* (2021) destacam a eficácia do ensino baseados em jogos em sala de aula para promover a assimilação de conceitos complexos presentes em diferentes áreas do currículo. Os autores alcançaram significativo aumento do número de alunos aprovados nas disciplinas gamificadas de Construção e Materiais de Construção, inclusive com notas mais altas.

A pesquisa de Dib e Adamo-Villani (2014) focou na avaliação dos aspectos cognitivos, analisando o conhecimento declarativo (a capacidade de memorizar e recuperar informações) e conhecimento processual (capacidade de aplicar os conhecimentos para realizar tarefas específicas). Sendo assim, os autores demonstraram um aumento no conhecimento declarativo dos estudantes em 22% e no conhecimento processual em 37% com a gamificação. Comparando com os métodos tradicionais de aprendizagem, jogar o Desafio da Sustentabilidade garantiu ganhos de conhecimento processual significativamente maiores, enquanto os ganhos em conhecimento declarativo não foram tão expressivos.

Na pesquisa supracitada, o objetivo da avaliação sumativa, ou seja, comparativo de aprendizagem por meio das notas das avaliações, foi fornecer uma indicação de o uso do jogo sério afeta a aprendizagem do conteúdo dos alunos. A aprendizagem é uma construção multidimensional que inclui atividades cognitivas, componentes metacognitivos e motivacionais (Mayer, 1998).

Clark *et al.* (2021) relataram maior engajamento, aumento significativo na habilidade profissional de escrever, mas não apresentaram diferença estatisticamente significativa no senso de comunidade. González (2018) aplicou a experiência de aprendizagem gamificada em duas disciplinas de Engenharia Civil, a satisfação e o desempenho nas notas dos alunos foram significativamente melhorados.

Tal como a gamificação, outras abordagens de ensino também apresentam resultados interessantes que otimizam o aprendizado estudantil. As metodologias ativas colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, e podem ser citadas: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning* (PBL)), Educação ao Ar Livre e Aprendizagem Criativa. A combinação de desafios, problemas reais e jogos é crucial para que os alunos aprendam fazendo, colaborativamente e no próprio ritmo, com jogos e aulas roteirizadas tornando-se comuns em sala de aula (Morán, 2015).

Morán (2015) enfatiza que as metodologias devem alinhar-se aos objetivos pretendidos. Para promover proatividade, é necessário adotar metodologias que envolvam os alunos em atividades complexas que exijam decisões e avaliação de resultados, com materiais relevantes. Para fomentar a criatividade, os alunos devem experimentar novas formas de mostrar iniciativa. A inovação pedagógica não se limita às ferramentas tecnológicas, mas também às novas abordagens metodológicas e aos novos formatos de ensino.

Logo, como esse trabalho se concentrou na utilização de uma atividade gamificada no ensino de Engenharia Civil e com base nos autores supracitados, supõe-se que o desempenho acadêmico apresentará melhores resultados quando utilizar-se-á do ensino gamificado. Os autores estudados apontaram, ainda, que os resultados verificados em relação às notas e à absorção dos conteúdos gamificados podem indicar um método com grande potencial para dinamizar e aprimorar o processo de ensino e aprendizagem no ensino superior em Engenharia Civil, bem como no treinamento profissional. .

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a proposta de procedimentos metodológicos utilizados na presente pesquisa. Primeiramente, apresenta-se a estratégia de pesquisa realizada. Em seguida, na seção 2, é feito o delineamento da pesquisa e a identificação e detalhamento das etapas cumpridas, revisão sistemática de literatura e experimentação.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

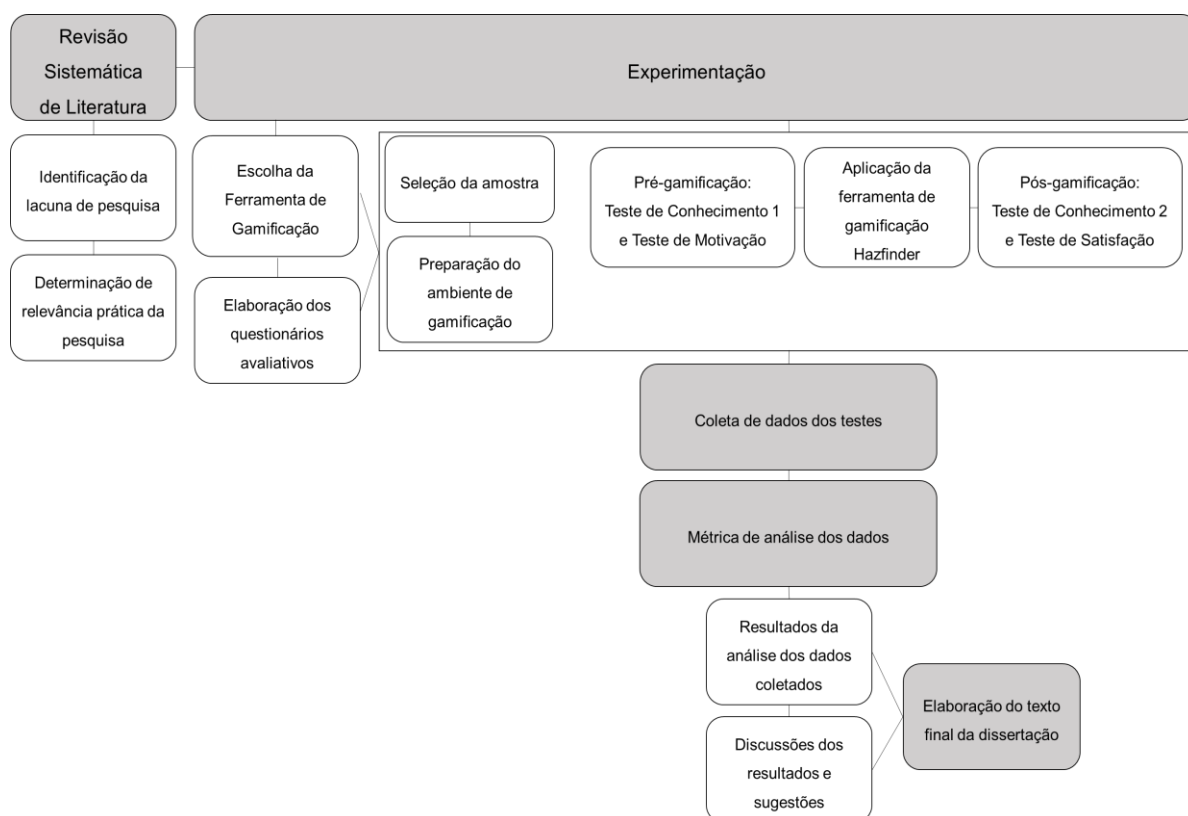
A estratégia adotada para esta pesquisa foi a experimentação, na qual o pesquisador participa ativamente da pesquisa a fim de compreender profundamente o contexto da instituição, as características do corpo discente participantes, e as consequências da gamificação nesse meio educacional (Gil, 2002). O procedimento experimental visa investigar, em um contexto controlado, os impactos observáveis por meio de testes para provar hipóteses derivadas de revisão de literatura (Hammond; Wellington, 2012).

Objetivou-se investigar e avaliar os benefícios do uso de jogo virtual existente em sala de aula como ferramenta pedagógica com a intenção de aumentar o engajamento e dinamizar o processo de aprendizagem sobre segurança do trabalho em canteiro de obras. A pesquisa teve caráter exploratório e pragmático, com análise qualitativa dos dados obtidos por meio do experimento realizado em uma instituição de ensino superior de Engenharia Civil, no estado do Tocantins.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos, o delineamento da pesquisa é composto pelas seguintes etapas, apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de delineamento da pesquisa.



Fonte: Autoria própria, 2023.

A estratégia a ser utilizada na pesquisa foi segmentada nas seguintes etapas de trabalho:

- I. Revisão Sistemática de Literatura (RSL);
- II. Experimentação;
- III. Coleta de dados dos testes;
- IV. Métrica de análise dos dados;
- V. Elaboração do texto final da pesquisa.

A descrição detalhada das etapas supracitadas será apresentada nos subcapítulos posteriores.

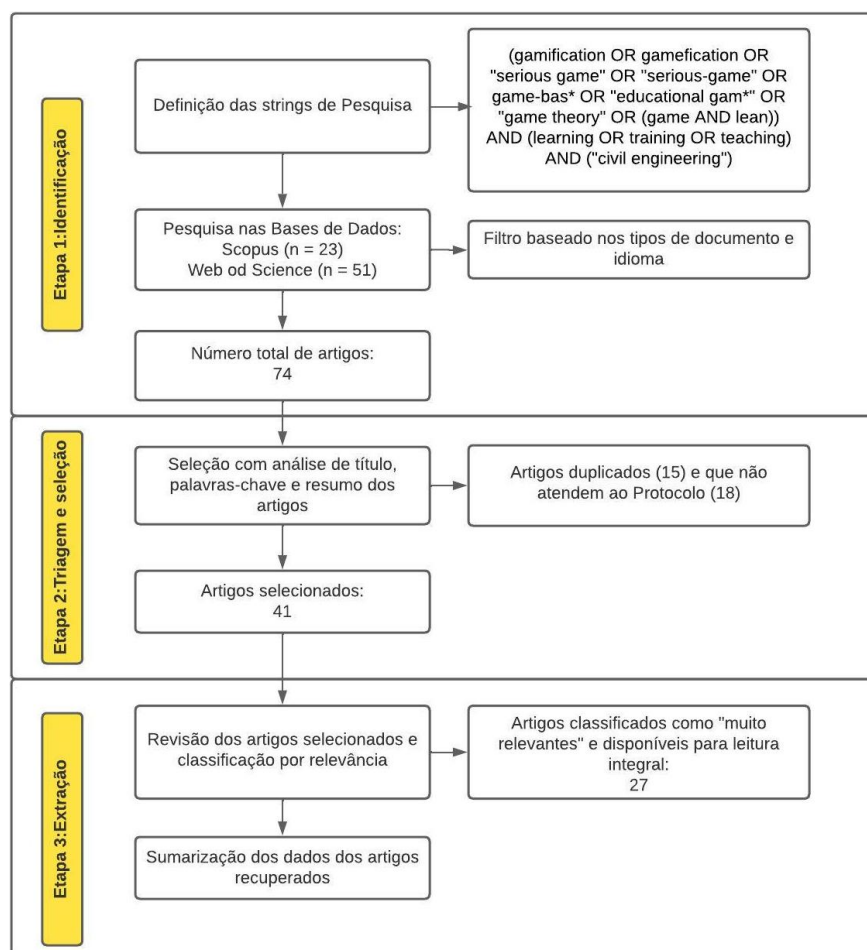
A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFSCar), tendo recebido a seguinte numeração: 74495023.0.0000.5504. Contudo, houve necessidade posterior de alteração do título da pesquisa após a defesa da dissertação.

3.2.1 Revisão Sistemática de Literatura

A revisão buscou apresentar a evolução do número de pesquisas por ano, os países e, as revistas científicas e conferências que mais publicam sobre o tema proposto “Gamificação no Ensino de Engenharia Civil”. O estudo foi inicialmente desenvolvido durante a disciplina “Metodologia de Pesquisa para Gestão da Produção na Construção”, cursada no primeiro semestre do curso em 2022. O Apêndice A apresenta os resultados da RSL desenvolvida.

O estudo foi conduzido conforme definido por Tranfield, Denyer e Smart (2003) para uma RSL. A metodologia de condução da revisão sistemática, os resultados e as conclusões estão descritos no Apêndice A. Sucintamente, a revisão das publicações acadêmicas apresentadas no artigo envolveu três etapas, seguindo o protocolo PRISMA (2020), conforme Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma PRISMA da Revisão Sistemática.



Fonte: Autoria própria, 2023.

As etapas foram:

1. Identificação: Pesquisa em base de dados e aplicação de filtros nas palavras-chave, título e resumo;
2. Triagem e seleção de artigos relacionados à Gamificação no Ensino de Engenharia Civil;
3. Extração de artigos para análise bibliométrica e para identificação das lacunas de pesquisa para o tema.

O protocolo de revisão sistemática foi desenvolvido para direcionar a pesquisa realizada nas bases de dados. As informações deste protocolo estão relatadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura.

Título	Gamificação no Ensino Superior de Engenharia Civil
Descrição	A RSL foi dividida em 3 etapas: 1) Escolha das <i>strings</i> de busca e bases de dados para pesquisa; 2) Seleção/Extração dos artigos através da aplicação de filtros, 3) Análise dos dados obtidos.
Objetivo	O objetivo é identificar o estado da arte, os métodos e técnicas existentes para inserção da gamificação no ensino de Engenharia Civil e apontar as lacunas de pesquisa.
Objetivo específico	Identificar a evolução da pesquisa de gamificação no ensino de Engenharia Civil; identificar os principais métodos e jogos utilizados; identificar as lacunas de pesquisa e as perspectivas futuras para o tema.
Questões de pesquisa	Através do uso de gamificação é possível aumentar o interesse e aprimorar o processo de aprendizado de acadêmicos no curso de Engenharia Civil?
Contexto	Academia de Engenharia Civil e Indústria da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação)
Horizonte temporal	Sem limitação de ano de publicação
Idioma	Inglês
Critérios de inclusão de busca	Artigos que cumpram os requisitos deste Protocolo e possuam pelo menos um termo das <i>strings</i> de busca no título e/ou no resumo e/ou nas palavras-chave.
Critérios de exclusão de busca	Artigos duplicados, que não se enquadrem no assunto, não atendam os requisitos deste Protocolo, artigos que não combinem gamificação na indústria da construção ou em cursos de Engenharia Civil, e idioma diferente do definido.
Bases de Dados	Scopus e Web of Science
Método de Pesquisa	1) Busca nas bases de dados por meio das <i>strings</i> ; 2) Seleção de artigos com auxílio do <i>software</i> StArt; 3) Extração dos artigos relevantes para leitura integral e sumarização dos estudos lidos; 4) Geração dos dados quantitativos para análise e elaboração do relatório de resultados.
Definição de tipos de estudo	Artigos publicados em Revistas e Conferências Científicas.

Fonte: Autoria própria, 2023.

As bases de pesquisa *Scopus* e *Web of Science* foram escolhidas por serem as mais relevantes para a temática escolhida.

Os resultados obtidos nortearam a pesquisa a fim de sanar uma das lacunas levantadas na revisão que foi identificar os procedimentos metodológicos de avaliação do aprendizado com uso da gamificação pelos estudantes. Durante a RSL foi identificado o trabalho de Carvalho (2012) que orientou o desenvolvimento o experimento. O embasamento teórico promoveu uma melhor compreensão do fenômeno e da situação de modo generalista, dando suporte para atender as singularidades do estudo de caso. Gil (2002) fomenta o uso de um quadro de referencial teórico durante a pesquisa, a fim de evitar especulações durante as análises.

3.2.2 Experimentação

A pesquisa experimental consiste essencialmente na determinação do objeto de estudo, seleção das variáveis capazes de influenciá-lo e definição das formas de controle e de observação dos efeitos da variável sobre objeto. Portanto, o pesquisador é um agente ativo, e não um observador passivo (Gil, 2002).

A preparação para o estudo é primordial para o completo entendimento do fenômeno e dos dados que serão coletados e analisados. Para tal, foi realizada uma fase de desenvolvimento de ferramentas, como questionários e entrevistas, e de uma métrica para avaliação dos dados coletados. A estratégia para a elaboração de entrevistas focou na especificação dos dados a serem obtidos e na escolha e formulação das perguntas. Por sua vez, o questionário basicamente deve traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos, contendo as instruções para preenchimento e direcionado das perguntas mais simples às mais complexas (Gil, 2002).

As ferramentas utilizadas, no caso os questionários, foram testadas, primeiramente, a fim de descrever os procedimentos de aplicação, avaliar o vocabulário utilizado nos enunciados e garantir que as questões direcionam para a medição do tipo de dado desejado na pesquisa. Este teste não teve por objetivo captar qualquer tipo de dado para levantamento. Seu objetivo foi identificar equívocos e ruídos de comunicação entre o pesquisador e o indivíduo participante (Gil, 2002). O

mesmo foi realizado com dois profissionais, além da pesquisadora e sua orientadora, possibilitando a execução de etapas de refinamento das ferramentas de pesquisa e posterior reaplicação das mesmas. Os ciclos de refinamento dos instrumentos ocorreram até a completa adequação da ferramenta e validação das ferramentas definitivas que foram empregadas na pesquisa. Os questionários foram digitados posteriormente em um formulário online do *Google Forms*.

Antes da realização do experimento final, foi realizado um experimento piloto, na forma de um *workshop* ou oficina, para validar o procedimento metodológico e os instrumentos de coleta de dados. O experimento piloto ocorreu com 16 alunos de Engenharia Civil participantes da instituição parceira.

O procedimento consistiu na aplicação do protocolo do Teste Gama, formado por quatro questionários, para jogos existentes, conforme proposto por Carvalho (2012). Fez-se uso de pré e pós-teste de conhecimento, nos quais estes fatores foram medidos antes e depois da gamificação (Carvalho, 2012). Além disso, para avaliar a adequação da aprendizagem baseada em jogos no ensino de engenharia, sua eficiência e suas implicações na aprendizagem e motivação devem ser propostos instrumentos específicos e separados dos testes de conhecimento.

No primeiro momento, as questões de cada questionário desenvolvido foram inseridas no *Google Forms* e estavam como obrigatórias, obrigando o estudante a responder a questão, mesmo não sabendo a resposta correta. Isso levava a uma possibilidade de acerto por “chute” e optou-se por retirar essa obrigatoriedade no experimento final. Além disso, as questões com maiores índices de erros e acertos foram reavaliadas e reescritas, a fim de corrigir qualquer falha de comunicação na ferramenta. Também foi verificada a necessidade de anotar o tempo de resposta de cada participante durante o preenchimento dos questionários.

-O conhecimento sobre a estruturação do curso de Engenharia Civil na instituição de ensino que sediou a pesquisa e a caracterização dos participantes foi fundamental para entender o fenômeno e suas particularidades e generalidades. O contexto institucional foi levantado a partir de documentação disponível, informações em redes sociais oficiais de faculdade e entrevista com um membro administrativo sobre a história e a presente atuação da faculdade no mercado.

A etapa seguinte foi a caracterização do corpo discente participante, tendo como objetivo conhecer o perfil acadêmico e profissional dos mesmos. Seguindo

alguns dos critérios levantados por Lima (2020), os dados coletados foram: gênero, idade, escolaridade, interesses e objetivos profissionais e pessoais, satisfação quanto à didática e técnicas metodológicas já utilizadas em sala de aula, familiaridade com jogos, uso cotidiano de *smartphones*, *tablets* e computadores, uso de redes sociais e plataformas digitais, entre outros. Como mencionado, os dados foram coletados por meio de questionários, a fim de metrificar o perfil da amostra participante.

3.2.2.1 Ferramenta de gamificação: *Hazfinder*

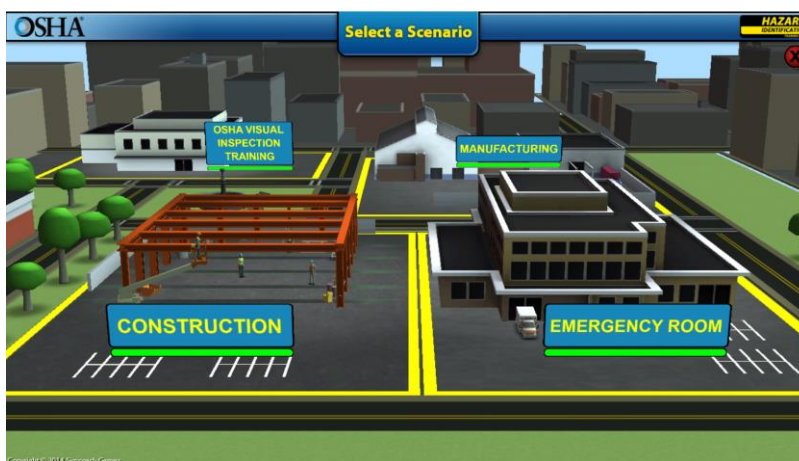
Conforme mencionado anteriormente, a atividade de gamificação escolhida foi a ferramenta de treinamento de identificação de perigos, *Hazfinder*, desenvolvida pela OSHA. Trata-se de uma ferramenta de treinamento interativa, *online* e baseada em jogos para proprietários de pequenas empresas, trabalhadores e outros interessados em aprender os conceitos básicos de identificação de perigos. O jogo está disponível para *download* nas versões *Windows* e *MAC*, e está disponível exclusivamente no idioma inglês. Apesar do jogo estar em outro idioma, foi a alternativa de jogo mais facilmente acessível em função da relevância da agência OSHA a nível global. A agência estadunidense OSHA, proponente do jogo *Hazfinder* possui credibilidade internacional sendo referência para elaboração de legislações e normas em vários países. Também se considerou que os estudantes de graduação possuem nível de entendimento em inglês que facilitaria compreender a dinâmica do jogo e suas regras.

O jogo destina-se a ensinar o processo de identificação de perigos em seu local de trabalho e aumentar a conscientização sobre os tipos de informações e recursos sobre riscos no local de trabalho (OSHA, 2023). O usuário pode escolher entre quatro cenários diferentes: "Treinamento de Inspeção Visual", "Fábrica", "Construção" e "Sala de Emergência" (Figura 6). Os perigos em cada um desses cenários são aleatórios para que o usuário possa jogar cada cenário várias vezes com diferentes combinações de perigo aparecendo. Na pesquisa atual, foi trabalhado apenas o cenário "Construção", sediado em um canteiro de obras.

O site do jogo apresenta várias instruções de como jogar e manuais que facilitam o desenvolvimento do jogo. A aba "*How to play*" apresenta as instruções

iniciais de como jogar e os cenários disponíveis no jogo. A “*Manual & Resources*” apresenta noções básicas e de estratégia para o usuário, bem como, as ferramentas para inspeção, observação e coleta de dados, potenciais economias de custos e números de custos de incidentes, e classificação por prioridade dos riscos e incidentes possíveis.

Figura 6 - Interface da Hazfinder apresentando os cenários disponíveis.



Fonte: OSHA, 2024.

No cenário da construção, o jogador deve identificar e mitigar os perigos para manter um local de trabalho seguro ao longo das três fases de um projeto de construção, mas essas atividades custam tempo e dinheiro. A Figura 7 ilustra o cenário inicial do jogo e o primeiro layout do canteiro.

Figura 7 - Cenário inicial da construção.



Fonte: OSHA, 2024.

O ambiente do jogo simula a dinâmica do canteiro de obras, mostrando alterações com o desenvolvimento das atividades e dos dias. O jogo consiste em três fases e cada fase tem a duração de 10 dias, com um máximo de 480 minutos por dia (oito horas diárias). As Figuras 8 e 9 ilustram os dois layouts do canteiro de obras no decorrer do jogo.

Figura 8 - Segundo layout do canteiro de obras.



Fonte: OSHA, 2024.

Figura 9 - Terceiro layout do canteiro de obras.



Fonte: OSHA, 2024.

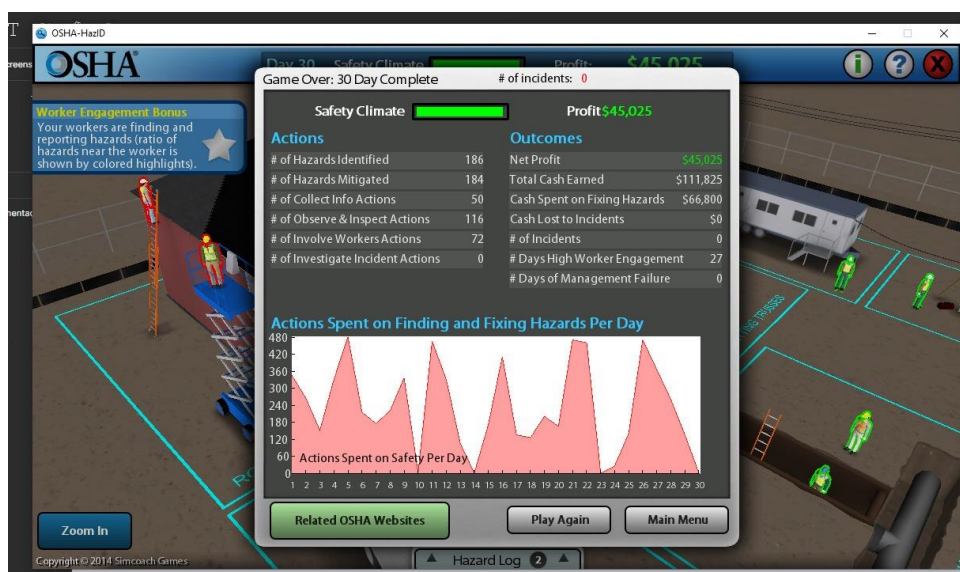
Dentre as 8 horas virtuais disponíveis, o usuário determina quanto tempo e esforço direcionará para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável. Durante a atividade, é sugerido que manter o ambiente de trabalho seguro aumenta a produtividade da obra, impactando na redução do desperdício de tempo e na

economia de recursos decorrentes de um eventual acidente. Indiretamente, essa análise é simplificada durante o jogo por meio do resultado “gerar lucro”.

Durante o jogo, a segurança é garantida por meio de inspeções nas áreas e equipes de trabalho, gastando do tempo disponível. Ao passar para o próximo dia, sem acidentes, o usuário aumenta o lucro e converte as ações em dinheiro. Todavia, qualquer perigo no local de trabalho pode levar a acidentes e o jogador precisa mitigar o risco do acidente investindo em melhorias e estratégias. Quando não ocorrer um investimento em segurança para sanar a probabilidade de tais acidentes será deduzido dos lucros como resultado de riscos não mitigados. O objetivo é identificar e mitigar o maior número possível de riscos nos 30 dias necessários para concluir a construção, mantendo seus trabalhadores seguros. Ou seja, os estudantes que mitigarem adequadamente os riscos de acidentes do trabalho terão os melhores resultados traduzidos na forma monetária.

A Figura 10 apresenta a interface de final do jogo, onde pode ser verificado um relatório de ações ocorridas para encontrar e corrigir perigos por dia. No gráfico da Figura 10, é explicitada a distribuição das ações (*actions*) em cada dia da obra, e descritos na primeira coluna. O nível de segurança no canteiro é descrito na barra verde e os resultados obtidos ao longo da execução é apresentado por meio da segunda coluna. A pontuação final é determinada pelo lucro obtido com a obra (*profit*), no lado superior direito da janela.

Figura 10 - Interface do jogo ao final dos 30 dias de obra.



Fonte: OSHA, 2024.

O Quadro 4 seguinte apresenta a tradução dos resultados demonstrados na Figura 10.

Quadro 4 - Tradução dos resultados da Figura 10.

Ações	Nº	Resultados	US\$
Perigos identificados	186	Lucro Líquido	45.025
Perigos mitigados	184	Total ganho	111.825
Coleta de Informações	50	Gastos com correção de perigos	66.800
Observação e Inspeção	116	Valor perdido em incidentes	0
Envolvimento dos trabalhadores	72	Número de incidentes	0
Investigação de incidentes	0	Dias com envolvimento dos trabalhadores	27
Dias trabalhados	30	Dias de Falha de Gestão	0

Fonte: Baseado em OSHA (2024).

Após aplicação do jogo junto aos estudantes verificou a necessidade de explicar melhor a questão do lucro envolvida na gamificação. A hipótese de que o fator tempo é suficiente para garantir a segurança no ambiente de trabalho é uma simplificação que não reflete a complexidade da realidade, especialmente no contexto da construção civil no Brasil. A segurança no trabalho envolve uma série de fatores que vão além do tempo dedicado à implementação de medidas preventivas. É importante que sejam desenvolvidos projetos detalhados de segurança e que a atividade de inspeção colabore para verificar o cumprimento dos mesmos. Além disso, existem custos financeiros significativos e processos burocráticos complexos que também impactam diretamente a eficácia das práticas de segurança.

No Brasil, o elevado nível de informalidade no setor da construção civil agrava ainda mais a situação, dificultando a fiscalização adequada e a implementação efetiva de normas de segurança. A ausência de regulamentação e de controles eficazes nos ambientes de trabalho informais impede que as medidas de segurança sejam devidamente aplicadas, resultando em uma maior incidência de riscos e acidentes. Assim, é evidente que, para alcançar uma redução significativa nos índices de acidentes de trabalho, é necessário considerar não apenas o tempo, mas também os custos associados e os desafios impostos pela burocracia e informalidade no setor.

No estudo de caso realizado no presente experimento, a atividade gamificada aconteceu presencialmente. A pesquisadora realizou a observação participativa a fim

de orientar o procedimento de aplicação do jogo e tirar quaisquer dúvidas sobre o jogo e os testes. Além de registrar visualmente a atividade, a pesquisadora verificou, por meio dos questionários, as notas de desempenho nos testes de conhecimento, e também foi aferida a influência do jogo no comportamento, motivação e engajamento dos alunos presentes.

3.2.2.2 Elaboração dos questionários

A validação dos resultados seguiu o protocolo do Teste Gama proposto por Carvalho (2012), conforme mencionado. Portanto, foram aplicados dois testes de conhecimento diferentes para evitar respostas automáticas, um antes e um depois da aplicação do jogo.

Os testes de conhecimentos estavam disponíveis na internet, virtualmente, utilizando a plataforma *Google Forms*, sendo constituídos de 15 questões de múltipla escolha cada. Primeiro foi elaborado um único questionário preliminar com 30 questões que, após revisão, foi dividido em dois, procurando distribuir as questões conforme os níveis de dificuldade semelhantes. Estes testes foram submetidos a um refinamento linguístico e deram origem à versão final do Teste de Conhecimento 1 (TC1) e do Teste de Conhecimento 2 (TC2), que estão apresentados nos APÊNDICES B e C, respectivamente.

Além dos testes de conhecimento, o protocolo indica a necessidade de outros dois questionários voltados para os jogadores (Carvalho, 2012). Primeiro, antes da aplicação do jogo, ele propõe um Questionário de Motivação (QM), a fim de medir o ânimo dos participantes da pesquisa em relação à metodologia a ser aplicada. Por fim, juntamente ao TC2, orienta para a aplicação do Questionário de Satisfação (QS), para aferir a percepção dos participantes a respeito do jogo e da metodologia.

O Questionário de Motivação foi elaborado com base no questionário proposto por Rebelo (2009), utilizando a escala Likert, avaliando as proposições de (1), “nem um pouco provável”, a (5), “extremamente provável”, além de começar com duas perguntas a fim de caracterizar o tipo de jogador. Enquanto o Questionário de Satisfação foi adaptado de Romanel (2009). Estes dois questionários – QM e QS – se encontram entre o APÊNDICE D e APÊNDICE E, respectivamente.

Todos os questionários foram testados e corrigidos, considerando conteúdo, ortografia e clareza linguística. O pré-teste destes foi realizado junto a uma amostra reduzida (dois profissionais, além da pesquisadora e sua orientadora), possibilitando a execução de etapas de refinamento das ferramentas de pesquisa e posterior reaplicação das mesmas. Conforme mencionado anteriormente, os ciclos de refinamento ocorreram até a completa adequação da ferramenta e validação da ferramenta definitiva empregada na pesquisa.

3.2.2.3 Definição da amostra para os experimentos

Foram realizados dois experimentos sendo o primeiro (piloto) com 16 alunos aplicado em 22/06/2023 e o segundo (final) com 33 alunos sendo realizado em 20 e 21/02/2024. O recrutamento dos estudantes do curso de Engenharia Civil que contava com cerca de 87 estudantes matriculados na época.

A definição dos alunos para o experimento piloto foi feita por meio da inscrição deles no evento, estando aberta para estudantes do terceiro ao décimo período de Engenharia Civil da instituição. A fim de envolver mais estudantes, foi idealizado que o experimento ocorreria na forma de um *workshop* ou oficina, proporcionando um certificado da atividade aos alunos concluintes da atividade. Foram realizadas divulgações por meio das mídias sociais e e-mails na instituição. 20 alunos se inscreveram, sendo que apenas 16 participaram da atividade. Os estudantes não pertenciam a um mesmo ano do curso, dessa forma, considerando o variado nível de conhecimento dos estudantes sobre construção e segurança do trabalho, foi considerado que essa era uma amostra heterogênea para o experimento.

Foi realizada a aplicação do experimento piloto, seguindo a metodologia de Carvalho (2012) para validação dos testes. Ao mesmo tempo, foram observados procedimentos, visando identificar erros e desafios a serem sanados. O experimento piloto apontou necessidades de melhoria nas ferramentas da pesquisa para o experimento definitivo. Assim, o experimento piloto serviu para avaliar os instrumentos propostos e identificar as melhorias possíveis. Os resultados do primeiro experimento foram publicados nos anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) por meio da referência Moreira e Serra (2024).

O experimento definitivo ocorreu de forma presencial em fevereiro de 2024 durante uma nova oficina para o curso de Engenharia Civil. A capacidade do Laboratório de Informática era de 20 pessoas, portanto, foram abertos dois dias de aplicação, no total de 40 vagas, a fim de obter uma amostra mais significativa o experimento final. O mesmo método e instrumentos do experimento final foram utilizados nos dois dias de aplicação, ou seja, não houve adaptação no procedimento entre os dois dias. Os participantes se inscreveram e optaram pelo dia que mais lhe convinha, sendo 20 inscritos no primeiro dia e 20 no segundo dia, alcançando a capacidade total do laboratório. Todas as vagas foram preenchidas no momento da inscrição, mas houve sete faltantes. Dentre os participantes, foram 15 estudantes no primeiro dia e 18 no segundo dia. Ressalta-se que não houve interesse de mais alunos na participação, sendo as 40 vagas suficientes. Além disso, não houve repetição entre os alunos do primeiro experimento e do segundo experimento.

Os dados a seguir se referem apenas ao experimento definitivo.

3.2.2.4 Preparação do ambiente de gamificação

Como a aplicação do jogo foi virtual, reservou-se uma sala com recursos de informática na instituição parceira. O jogo aconteceu no Laboratório de Informática (LABIN) da instituição, com capacidade de 20 alunos, e foi realizada solicitação para que os técnicos de informática do laboratório fizessem a instalação do aplicativo nos computadores da instituição. Os estudantes utilizaram dos computadores do LABIN para a realização do experimento.

3.2.2.5 Aplicação dos questionários pré-gamificação

Como já mencionado, os questionários utilizados no experimento foram inseridos no *Google Forms* e os *links* para acesso foram disponibilizados aos estudantes, por e-mail, no dia do experimento.

A aplicação do TC1 visou aferir o conhecimento inicial dos alunos a respeito de identificação de perigos e segurança do trabalho. A aplicação durou uma média de 15 minutos, pois vários dos estudantes não tinham contato com o tema em estudo. Alguns estudantes já tinham contato com o assunto, pois existe na instituição parceira

uma disciplina de Segurança do Trabalho que é obrigatória ao curso de Engenharia Civil, ofertada no 5º período.

Também foi aplicado o Questionário de Motivação (QM) para medir o ânimo dos participantes da pesquisa em relação à metodologia a ser aplicada. A ocupação do laboratório com os jogadores durante o experimento está demonstrada na Figura 11 durante o período que os alunos estavam respondendo aos testes iniciais.

Figura 11 - Alunos respondendo aos testes pré-gamificação.



Fonte: Autora, 2024.

3.2.2.6 Aplicação do jogo

Como mencionado anteriormente, a ferramenta escolhida para a pesquisa foi o jogo *Hazfinder*. A descrição do jogo foi realizada anteriormente no item 3.2.3.

Antes da aplicação da ferramenta gamificada, a autora fez uma breve apresentação aos estudantes do conceito do jogo e das regras do mesmo, que durou cerca de 10 minutos. Como a ferramenta está em inglês, foi disponibilizado um glossário inglês-português aos estudantes, inserido no APÊNDICE F. Além disso, foi possível a utilização de aplicativos tradutores *online* pelos estudantes em seus computadores ou celulares, como o Google tradutor e aplicativo de tradução de imagem *Tools*.

Ressalta-se que não foi passada nenhuma informação teórica sobre o que é segurança do trabalho. A apresentação inicial tratou apenas da introdução ao jogo,

mostrar as instruções disponíveis no site do jogo numa tela de projeção e breve citação do contexto geral de responsabilidade do Engenheiro Civil quanto à segurança dos trabalhadores do canteiro, validando a relevância desse tema na vida profissional futura dos mesmos.

Após apresentação das instruções, foi iniciado o jogo com a seleção do cenário Construção e a realização do breve tutorial disponível. A Figura 12 mostra as telas dos computadores onde pode ser verificado o ambiente do jogo selecionado.

Figura 12 - Alunos jogando *Hazfinder*.



Fonte: Autora, 2024.

A duração do jogo foi de cerca 75 minutos (1 hora e 15 minutos), sendo tempo mínimo de 46 minutos e o máximo de 1 hora e 36 minutos. Os alunos fizeram o QM e o TC1 e aguardaram, em sala, pelo tutorial e para todos começarem a jogar juntos. À medida que cada aluno terminava seu jogo, preenchia os questionários QS e TC2 e podia se retirar da sala, a fim de evitar conversas paralelas e ruídos no ambiente da oficina.

A oficina foi um evento promovido em parceria com a Instituição de Ensino parceira e houve a emissão de certificado de atividade de extensão com 3 horas aos estudantes participantes.

3.2.2.7 Aplicação dos questionários pós-gamificação

A aplicação do TC2 aferiu o nível de conhecimento dos alunos a respeito de segurança do trabalho e identificação de riscos após o jogo. Portanto, foi possível comparar com os resultados do TC1, e medir o aprendizado de amostra, apesar do pouco tempo de aferição para avaliar a retenção do conhecimento após a realização do jogo.

3.2.2.8 Coleta de dados das pontuações dos testes de conhecimento

Os Testes de Conhecimento possuem apenas uma resposta correta para cada pergunta sobre segurança do trabalho. Assim, puderam ser calculadas as porcentagens de respostas corretas antes e depois do jogo. Solicitou-se aos estudantes que não assinalassem nenhuma resposta quando não soubessem.

A partir das respostas dos questionários TC1 e TC2 foram calculadas as porcentagens de acertos obtidas no experimento e apresentadas no capítulo seguinte. Esses valores foram comparados entre os resultados dos estudantes participantes tanto quanto ao TC1 quanto ao TC2.

3.2.3 Métrica de análise dos dados obtidos

A análise estatística dos resultados foi necessária para avaliar a motivação, a satisfação e aferir a variação no nível de conhecimento sobre o tema antes e após a aplicação do jogo. Vale ressaltar que o protocolo e o processo de validação da pesquisa também visam sustentar e validar a metodologia de aplicação do jogo utilizada na pesquisa.

O procedimento estatístico adotado na pesquisa foi composto pelo teste não paramétrico de Wilcoxon (Conover, 1999) e o modelo de regressão múltipla (Draper; Smith, 1998).

3.2.3.1 Análise estatística do incremento de nota entre TC1 e TC2

A primeira análise foi sobre o impacto do jogo sobre as notas dos alunos(as). Foi verificado se a aplicação do jogo teve efeito sobre o desempenho dos alunos nos

questionários TC1 e TC2. Para tal, foram comparadas as notas do teste 1 (TC1) com as notas do teste 2 (TC2). Como cada aluno(a) respondeu os dois testes e participaram do jogo, foi aplicado um teste pareado. Dada a natureza não normal das amostras (nota do TC1 e nota do TC2) e a variância diferentes dessas amostras, decidiu-se aplicar o teste não paramétrico de Wilcoxon (estatística W) (Conover, 1999).

Foi levantada a seguinte questão: a aplicação do jogo aumentou o desempenho dos estudantes (isto é, a nota TC2 é maior que a TC1)? Para responder essas perguntas foram geradas duas hipóteses:

H_0 = *As medianas das notas de TC1 e TC2 não diferem*

H_1 = *A mediana das notas de TC2 é maior que a mediana das notas de TC1*

3.2.3.2 Análise estatística da influência das variáveis independentes

A análise cruzada das respostas do Questionário de Motivação (QM) e do Questionário de Satisfação (QS) com os incrementos de nota possibilitou a realização de uma segunda análise. Utilizando as variáveis independentes listadas na Tabela 1, foi elaborado um modelo de regressão múltipla (Draper; Smith, 1998). Este modelo incorporou todas as variáveis independentes e suas interações, resultando no modelo completo apresentado na Tabela 2.

Esta análise considerou a influência das variáveis: satisfação, motivação, semestre, sexo, contato com segurança do trabalho (CST), uso de jogos no cotidiano, habilidade, idade, pontuação e tempo de jogo sobre o incremento na nota. Para essa análise, considerou-se como variáveis independentes as apresentadas na Tabela 1.

Para a variável Motivação, os valores da escala de *Likert* foram modificados para que a resposta neutra (3 na escala) fosse igual a zero. Para tal, os valores foram subtraídos de três (ficaram -2, -1, 0, 1 e 2 em vez de 1, 2, 3, 4, 5). Depois foi calculada a mediana dos valores das questões 7a a 7h do formulário de Motivação. Quando a mediana foi inferior a zero, foi considerada motivação negativa (desmotivado). Quando a mediana foi igual a zero, foi considerada motivação neutra. Quando a mediana foi superior a zero, foi considerada motivação positiva (motivado).

Tabela 1: Lista de variáveis independentes, sua natureza e as classes das variáveis categóricas.

Variável independentes	Natureza	Classes
Satisfação	Categórica	Sim / Não
Motivação	Categórica	Negativa / Neutra / Positiva
Semestre	Categórica	Inicial / Meio / Final
Sexo	Categórica	Masculino (M) / Feminino (F)
Contato com segurança do trabalho (CST)	Categórica	Sim / Não
Jogos no cotidiano	Categórica	Sim / Não
Habilidade	Categórica	-2 / -1 / 0 / 1 / 2
Idade	Numérica	
Pontuação e	Numérica	
Tempo de jogo	Numérica	

Fonte: Autora, 2024.

Para a variável Semestre foram criadas as classes Inicial (curso o 4º semestre ou inferior), Meio (curso do 5º ao 7º) e Final (curso o 8º ou superior). Quanto a variável Habilidade, foi calculado diretamente a mediana das questões 4, 5 e 6 do formulário de Motivação, gerando as classes -2, -1 (baixa habilidade), 0 (habilidade neutra), 1 e 2 (maior habilidade).

Dada a natureza normal da variável resposta 'Incremento da nota', foi gerado um modelo de regressão múltipla tomando todas as variáveis independentes e suas interações (Draper; Smith, 1998).

Por meio de todos os dados e resultados levantados foi possível validar ou não a hipótese proposta de que o uso desta ferramenta gamificada gera melhoria no aprendizado ao comparar os testes de conhecimento aplicados antes e depois do jogo. E no caso de confirmação da hipótese, pode-se fomentar a disseminação do uso de jogos educativos junto ao corpo docente da instituição.

Após a apresentação do método e respectivos procedimentos da pesquisa, o capítulo seguinte apresenta os resultados do experimento (no caso, apenas do segundo experimento ou experimento final).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo compreende os resultados obtidos por meio da aplicação do experimento e as discussões decorrentes.

4.1 EXPERIMENTO

A seguir são apresentados os resultados das análises realizadas.

4.1.1 Caracterização da instituição de ensino

A instituição de ensino superior que sediou a pesquisa é uma faculdade particular, no município de Guaraí, estado de Tocantis, Brasil. A faculdade contempla doze cursos de graduação e um curso de pós-graduação *lato sensu*. A Instituição atende a demanda acadêmica regional dos municípios vizinhos e estados circunvizinhos. O curso de Engenharia Civil foi reconhecido pelo Ministério da Educação (MEC) em 18 de junho de 2024, pela Portaria SERES/MEC Nº 229.

4.1.2 Caracterização dos estudantes participantes

O convite para participação aos estudantes na oficina foi feito nas salas de aula, por meio do e-mail institucional e das redes sociais da instituição. O critério de participação era estar matriculado no curso de Engenharia Civil da instituição parceira. Foram abertas 40 vagas (dois dias de 20 vagas, lotação máxima do laboratório de informática) e todas foram preenchidas na inscrição, todavia houve sete faltantes. A atividade não foi repetida outros dias devido a não ter mais interessados.

Considerando a heterogeneidade da amostra, os questionários de elaboração de perfil e caracterização da amostra tiveram como objetivo caracterizar o público-alvo. A amostra contou com 33 alunos participantes, sendo 18 homens e 15 mulheres.

Os estudantes tinham idade entre 18 e 48 anos, sendo dois de até 19 anos, 22 entre 20 e 24 anos, seis entre 25 e 30 e três estudantes com mais de 30 anos, sendo o mais velho com 48 anos. Os participantes eram do terceiro ao décimo período de Engenharia Civil, sendo dez do ciclo básico (até o 5º período) e 23 matriculados a partir do 6º período. Dentre os participantes, 29 afirmaram ter algum contato prévio

com segurança do trabalho e identificação de riscos, enquanto quatro não tiveram contato anterior com o tema. Os primeiros questionamentos do Questionário de Motivação serviram para caracterização da amostra, conforme Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 - Caracterização dos alunos participantes.

nº	Período	Idade	Gênero			Contato prévio com segurança do trabalho		Dia de participação	
			Masc.	Fem.	Outro	Sim	Não	Dia 01	Dia 02
1	7	28	X			X		X	
2	3	20	X			X		X	
3	5	24		X			X	X	
4	7	22		X		X		X	
5	7	24	X			X		X	
6	4	22		X		X		X	
7	3	20		X			X	X	
8	5	20		X		X		X	
9	5	19	X			X		X	
10	7	23		X		X		X	
11	7	28	X				X	X	
12	3	18	X				X	X	
13	8	21		X		X		X	
14	5	41	X			X		X	
15	5	20	X			X		X	
16	9	22		X		X			X
17	9	22	X			X			X
18	10	22	X			X			X
19	9	36	X			X			X
20	5	22	X			X			X
21	9	21	X			X			X
22	10	23		X		X			X
23	9	22		X		X			X
24	9	23	X			X			X
25	9	22	X			X			X
26	10	30		X		X			X
27	9	30		X		X			X
28	9	31		X		X			X
29	9	21	X			X			X
30	9	24	X			X			X
31	10	21		X		X			X
32	10	26		X		X			X
33	9	21	X			X			X

Fonte: Autora, 2024.

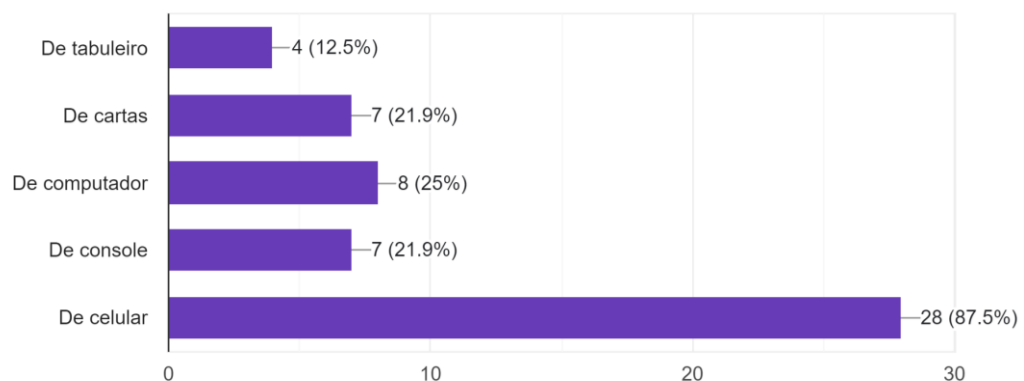
Percebe-se, portanto, no Quadro 5 anterior, que os alunos de terceiro a sétimo período se inscreveram no primeiro dia de experimento, enquanto os alunos do nono e décimo período participaram do segundo dia. Vale ressaltar novamente que a inscrição e a escolha da data foram feitas pelos estudantes, conforme sua preferência.

4.1.3 Respostas do Questionário de Motivação

Este questionário visa estabelecer de antemão a motivação do aluno para o tema estudado, mas também para o uso de jogos. O Apêndice G mostra todas as respostas de cada participante ao QM.

Quanto a jogar algum tipo de jogo no seu dia a dia, dos 33 respondentes, 25 alunos disseram jogar e oito afirmaram não jogar cotidianamente. Sobre o tipo de jogo que mais costumam jogar, a maioria joga nos celulares (28 alunos) e computadores (oito alunos), conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 - Tipos de jogos mais jogados pelos participantes.



Fonte: Autora, 2024.

Quanto às características mais prováveis, a metade dos alunos se considerava bom em jogos de agilidade, raciocínio e estratégia (oito alunos), características pertinentes para o jogo *Hazfinder*.

As questões sobre habilidades em jogos foram elaboradas em escala de *Likert*, sendo uma escala de 1 a 5, sendo 1 “nem um pouco provável” e 5 “extremamente provável”. Sobre ser bom em jogos de agilidade, 12 (doze) alunos marcaram 3 (provável) na escala; nove marcaram 4 (muito provável), sete marcaram

5 (extremamente provável), enquanto quatro marcaram 2 (pouco provável) e apenas um aluno marcou 1 (nem um pouco provável).

Na questão sobre ser bom em jogos de raciocínio, dez alunos marcaram 3 (provável) na escala; quinze marcaram 4 (muito provável), quatro marcaram 5 (extremamente provável), enquanto quatro marcaram 2 (pouco provável) e nenhum aluno marcou 1 (nem um pouco provável).

Sobre ser bom em jogos de estratégia, dezoito alunos marcaram 3 (provável) na escala; oito marcaram 4 (muito provável), um marcou 5 (extremamente provável), enquanto seis marcaram 2 (pouco provável) e nenhum aluno marcou 1 (nem um pouco provável).

Por fim, os alunos consideraram que os principais motivos para jogar são “se divertir” (20 dos alunos classificaram como extremamente provável), “sair do tédio” (18), “ultrapassar meus limites” (16), “liberar o estresse” (13) e “aprender coisas novas” (12).

4.1.4 Respostas dos Testes de Conhecimento

As notas obtidas nos testes de conhecimento foram classificadas em três níveis: A, B e C. A classificação de notas em níveis foi feita considerando 10 a nota total e 6 a nota de corte (média adotada pela instituição parceira para aprovação dos estudantes nas disciplinas ministradas na grade do curso). Os demais níveis foram divididos igualmente, sendo o nível B de 3 a 5,99 pontos (considerando a nota limite passível para recuperação, como o exame final) e o nível C de 0 (zero) a 2,99 pontos (nota baixa e indicativo de baixa retenção de conhecimento sobre o tema, passível de reprovação, caso fosse uma disciplina). As notas gerais foram classificadas pelos testes e estão expostas no Quadro 6, em valor percentual considerando os 33 alunos participantes. Os Apêndices G e H mostram todas as notas individuais e as respostas obtidas de cada estudante nos Testes de Conhecimento 1 e 2, respectivamente.

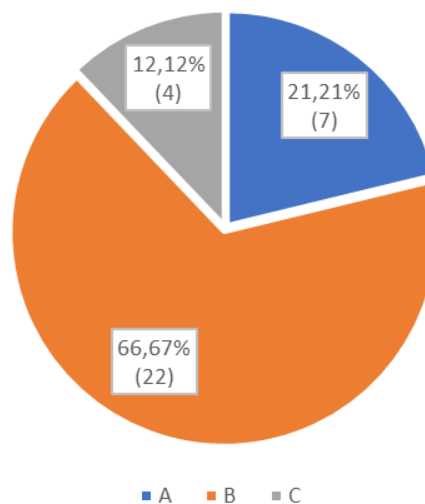
Quadro 6 - Classificação de notas dos alunos nos testes de conhecimento.

Nível	Nota	TC1		TC2	
		Qtde	%	Qtde	%
A	6 – 10	7	21,21%	14	42,42%
B	3 – 5,99	22	66,67%	14	42,42%
C	0 – 2,99	4	12,12%	5	15,15%

Fonte: Autora, 2024.

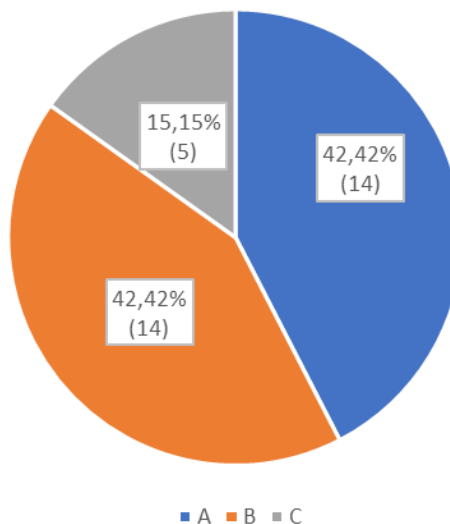
Ao avaliar os resultados obtidos nos testes de conhecimento (TC1 e TC2), observou-se que houve um aumento significativo de sete para 14 alunos com notas classe A no segundo teste. Enquanto o percentual abaixo da média de corte reduziu de 22 para 14 alunos. Também é válido ressaltar que em ambos os testes, nenhum aluno tirou zero. Nos Gráficos 2 e 3 estão ilustradas as divisões de nota no TC1 e TC2, respectivamente.

Gráfico 2 - Divisão de notas no TC1.



Fonte: Autora, 2024.

Gráfico 3 - Divisão de notas no TC2.



Fonte: Autora, 2024.

O Quadro 7 apresenta individualmente a diferença de acertos e notas entre os testes de conhecimento para cada alunos e as médias da turma. Os participantes

que obtiveram incremento de nota estão marcados em verde, os que não tiveram incremento (mantiveram a mesma nota) em amarelo e os que reduziram a nota entre o TC1 e o TC2 em vermelho.

Quadro 7 - Notas e acertos de cada aluno nos testes de conhecimento.

nº	Acerto		Nota		Incremento (TC2/TC1)		Tempo de realização (min)		Dia
	TC1	TC2	TC1	TC2	Acerto	Nota	TC1	TC2	
1	7	7	4,67	4,67	0	0%	18	14	D1
2	6	1	4,00	0,67	-5	-33%	20	16	
3	8	9	5,33	6,00	1	7%	8	16	
4	8	11	5,33	7,33	3	20%	18	15	
5	6	8	4,00	5,33	2	13%	16	12	
6	7	7	4,67	4,67	0	0%	14	18	
7	6	10	4,00	6,67	4	27%	20	20	
8	5	5	3,33	3,33	0	0%	12	18	
9	7	6	4,67	4,00	-1	-7%	11	5	
10	8	6	5,33	4,00	-2	-13%	9	5	
11	3	3	2,00	2,00	0	0%	6	10	
12	7	11	4,67	7,33	4	27%	27	14	
13	5	6	3,33	4,00	1	7%	18	14	
14	5	9	3,33	6,00	4	27%	20	16	
15	10	13	6,67	8,67	3	20%	12	12	
16	7	15	4,67	10,00	8	53%	9	13	D2
17	10	14	6,67	9,33	4	27%	11	12	
18	8	7	5,33	4,67	-1	-7%	12	14	
19	10	3	6,67	2,00	-7	-47%	14	5	
20	10	10	6,67	6,67	0	0%	12	7	
21	7	4	4,67	2,67	-3	-20%	12	10	
22	2	5	1,33	3,33	3	20%	12	12	
23	2	13	1,33	8,67	11	73%	7	13	
24	10	10	6,67	6,67	0	0%	11	8	
25	5	11	3,33	7,33	6	40%	8	6	
26	11	6	7,33	4,00	-5	-33%	17	16	
27	4	6	2,67	4,00	2	13%	14	13	
28	8	9	5,33	6,00	1	7%	13	6	
29	7	6	4,67	4,00	-1	-7%	10	6	
30	7	7	4,67	4,67	0	0%	10	13	
31	6	12	4,00	8,00	6	40%	10	15	
32	10	5	6,67	3,33	-5	-33%	26	14	
33	7	3	4,67	2,00	-4	-27%	5	5	
Média	6,94	7,82	4,63	5,21	0,88	6%	13,39	11,9	-

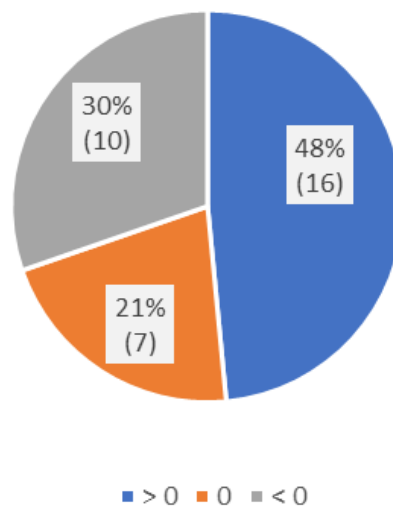
Fonte: Autora, 2024.

Percebeu-se com o Quadro 7 que houve um incremento no desempenho dos alunos entre os dois testes, sendo um aumento de 0,58 pontos de nota e 0,88 questão de acerto nas médias da turma. Notou-se também a redução nos tempos de execução do TC2, podendo indicar a pressa dos participantes em terminar ou a maior familiaridade dos mesmos com a temática e consequentemente com a resolução das questões.

A maioria dos alunos (16 alunos) obteve notas melhores no TC2, sete não tiveram alteração e dez obtiveram um desempenho pior. Nota-se, portanto, o aumento no conhecimento da maioria dos alunos sobre o tema após a vivência da atividade gamificada. As porcentagens deste aumento expresso nas notas estão representadas no Gráfico 4.

Considerando separadamente os dois dias de experimento, dos 15 participantes do D1, oito tiveram incremento positivo, quatro mantiveram a nota e três tiveram menor nota. Enquanto no D2, dos dezoito participantes, oito tiveram incremento positivo, três mantiveram a nota e sete tiveram menor nota. Como os alunos do segundo dia são os mais experientes na graduação (9º e 10º período) e tinham conhecimento prévio de segurança, isso pode ter impactado em menor diferença de desempenho entre os testes. Além disso, pode-se cogitar um menor interesse por parte deles em atividades didáticas, mesmo com a emissão do certificado.

Gráfico 4 - Incremento de notas entre os testes.



Fonte: Autora, 2024.

O Quadro 8 a seguir correlaciona as notas e os tempos dos 10 estudantes que tiveram incremento negativo (redução nas notas entre TC1 e TC2).

Quadro 8 - Descrição dos dados dos alunos com incremento negativo.

Nº	Nota TC1	Tempo 1 (min)	Nota TC2	Tempo 2 (min)	Incremento de nota (%)	Diferença de tempo (min)	Dia
2	4,00	20	0,67	16	-33%	-4	D1
9	4,67	11	4,00	5	-7%	-6	
10	5,33	9	4,00	5	-13%	-4	
18	5,33	12	4,67	14	-7%	+2	D2
19	6,67	14	2,00	5	-47%	-9	
21	4,67	12	2,67	10	-20%	-2	
26	7,33	17	4,00	16	-33%	-1	
29	4,67	10	4,00	6	-7%	-4	
32	6,67	26	3,33	14	-33%	-12	
33	4,67	5	2,00	5	-27%	0	

Fonte: Autora, 2024.

Oito dos dez alunos que obtiveram redução na nota, comparando TC1 e TC2, fizeram o segundo teste em menor tempo, um fez TC1 e TC2 em tempos iguais e um demorou mais no segundo teste. Não foi possível estabelecer padrão entre a redução no tempo de resolução do teste e redução de nota obtida, em virtude do pequeno número de indivíduos na amostra. É possível supor que o decréscimo no desempenho seja em virtude do cansaço ou da pressa dos estudantes. Por se tratar de um curso noturno, a grande maioria dos estudantes trabalha durante o dia e estuda à noite.

As pontuações de cada uma das questões dos TC1 e TC2 foram apresentadas nos Apêndices G e H, respectivamente. Neles estão identificadas as respostas por aluno e os percentuais de acertos, a fim de avaliar as questões do experimento realizado.

O participante com maior incremento foi o número 23, com 73% de incremento (11 acertos a mais). Os tempos de TC1 e TC2 foram de 7 e 13 minutos, respectivamente, demonstrando mais tempo dedicado à realização do segundo teste. O participante 19 teve o menor incremento (47%) e caindo de 10 para 3 acertos entre os dois testes. Quanto ao tempo, foi de 14 para 5 minutos, demonstrando menos

tempo dedicado à realização do TC2. Por fim, um aluno com incremento neutro (zero) foi o 1, acertando 7 questões em ambos e reduzindo o tempo de 18 para 14 minutos na realização de TC1 e TC2, respectivamente.

A questão 6 do TC1, sobre equipamentos e segurança e saúde ocupacional (Figura 13), teve o menor percentual de acerto, ou seja, apenas dois alunos.

Figura 13 - Questão 6 do TC1.

6 – Fonte: <https://questoes.grancursosonline.com.br/questoes-de-concursos/enfermagem-riscos-ocupacionais-e-sua-prevencao>.

Considerando os principais riscos associados ao trabalho em canteiros, relacione adequadamente as colunas a seguir.

1. Risco biológico.
2. Risco químico.
3. Risco físico.
4. Risco ergonômico.
5. Risco de acidente.

☐ Exposição da equipe a agentes mecânicos, como escalpes, serras e tesouras.

☐ Ocasionalizado por trabalhar com postura incorreta; levantamento e transporte manual de cargas; e, ritmo de trabalho e de carga excessivo. Podem resultar em transtornos músculo-articulares diversos.

☐ Gera a probabilidade da ocorrência de um evento adverso em virtude da presença de um agente infeccioso.

☐ Exposição a temperaturas extremas; radiação ionizante; ruído; vibração; radiação não ~~pionizante~~; iluminação deficiente ou excessiva; e, umidade.

☐ Exposição a poeiras, névoas, vapores, gases, mercúrio, dentre outros.

A sequência está correta em

- a) 3, 1, 4, 2, 5.
- b) 5, 4, 1, 3, 2.**
- c) 1, 2, 3, 5, 4.
- d) 2, 3, 5, 1, 4.

Fonte: Autora, 2024.

Outras questões que apresentaram menor índice de acerto foram: questão 2, sobre luminosidade correta, e 3, sobre perturbações causadas por choque elétricos, que obtiveram cinco acertos. Enquanto a questão 5 (sobre equipamentos de proteção individual) teve 28 acertos e a questão 7 (sobre riscos na produção de concreto), 24 acertos. Os baixos índices de acertos no TC1 eram esperados, uma vez que foi pedido para que eles não “chutassem” e vários indicaram não ter contato algum com segurança.

Já no TC2, a questão com menor percentual de acerto foi a 7 com seis acertos e 9 com sete acertos. Percebeu-se, portanto, o aumento efetivo dos acertos entre o

TC1 e o TC2. A questão 4 do segundo teste também teve 96,97% de acerto (32 alunos) e a questão 12 teve 81,82% (27 alunos).

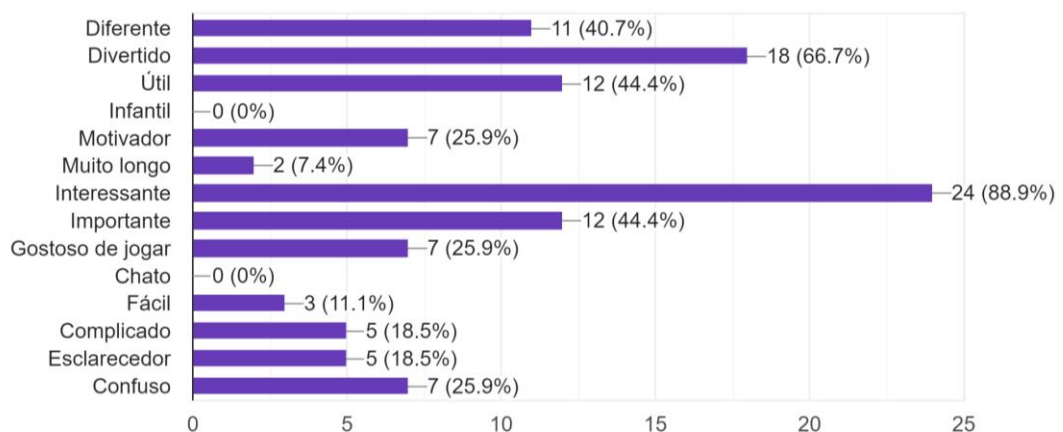
A análise dos percentuais de acerto e de erro de cada questão podem ser verificadas nos Apêndices H e I.

4.1.5 Respostas do Teste de Satisfação

Ao final foi aplicado o Questionário de Satisfação a fim de os participantes darem sua própria opinião sobre o jogo. O Apêndice I mostra todas as respostas obtidas no QS (27 respostas, ou seja, 6 inscritos não responderam esse questionário), possibilitando conhecer o parecer dos estudantes sobre a vivência do experimento.

O Gráfico 5 expressa a opinião dos estudantes sobre uso do *Hazfinder*. Nota-se que a grande maioria considerou o jogo divertido, interessante, diferente e útil.

Gráfico 5 - Opinião dos participantes sobre o jogo.

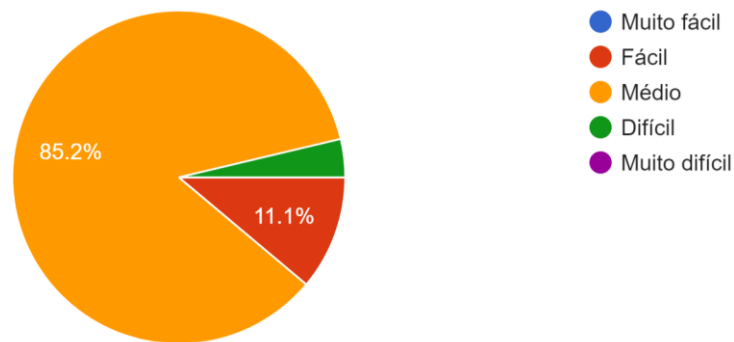


Fonte: Autora, 2024.

Quanto ao ambiente a grande maioria considerou organizado (20 alunos), adequado ao jogo (19 alunos) e atraente (7 alunos).

Quanto à jogabilidade, 23 participantes consideraram média, quatro consideraram fácil e um considerou difícil. Nenhum participante considerou o jogo muito fácil ou muito difícil. A descrição completa está expressa no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Opinião dos alunos sobre a jogabilidade do jogo.



Fonte: Autora, 2024.

As respostas do QS deixaram claro que os alunos saíram satisfeitos com o jogo, pois poucos apontaram características e/ou experiências negativas. Alguns alunos apontaram sugestões como a utilização de uma versão do jogo em português e/ou outros idiomas para facilitar a compreensão e a repetição do jogo junto aos estudantes de engenharia.

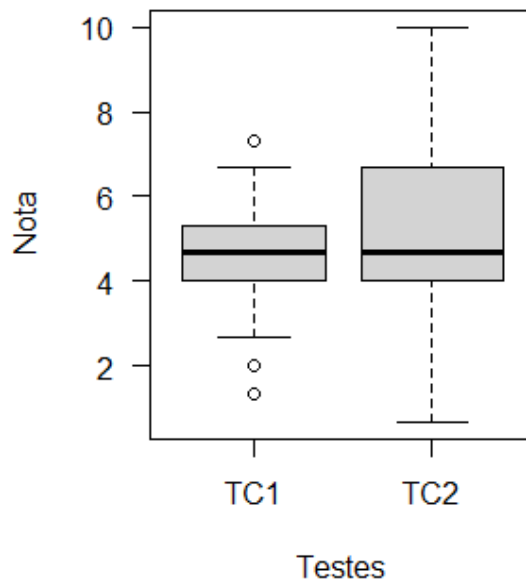
4.1.6 Análise estatística dos instrumentos

4.1.6.1 Análise do incremento de nota entre TC1 e TC2

A primeira análise é por meio do teste não paramétrico de Wilcoxon (estatística W). Encontrou-se $W = 129,5$ e $p\text{-valor} = 0,1235$. Considerando um nível de confiança de 0,05, tem-se que não se pode rejeitar a hipótese nula.

Após análise, observou-se que a aplicação do jogo não aumentou o desempenho dos alunos. As medianas das notas de TC1 e TC2 não diferem (para uma confiança de 95%). Uma análise visual pode ser feita pelo Gráfico 7 a seguir.

Gráfico 7 - Gráficos Boxplots das notas dos testes 1 (TC1) e 2 (TC2).



Fonte: Autora, 2024.

Nota-se no Gráfico 7 que a linha mais escura, que representa a mediana, está muito próxima nos dois gráficos. Portanto, não é possível afirmar o aumento de notas efetivo entre TC1 e TC2.

4.1.6.2 Análise da influência das variáveis independentes

Como mencionado no capítulo de Método, foi realizada a análise cruzada das respostas do Questionário de Motivação (QM) e do Questionário de Satisfação (QS) com os incrementos de nota possibilitou a realização de uma segunda análise.

Utilizando as variáveis independentes listadas na Tabela 2 e dada a natureza normal da variável resposta 'Incremento da nota' foi elaborado um modelo de regressão múltipla (Draper; Smith, 1998). Este modelo incorporou todas as variáveis independentes e suas interações, resultando nos dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da modelo de regressão múltipla.

Variáveis independentes	gl	F	p-valor
Satisfação	1	0,27	0,633
Sexo	1	2,17	0,215
Pontuação	1	0,26	0,634
Motivação	2	0,36	0,719
Habilidade	3	0,45	0,729
Semestre	2	0,02	0,979
Idade	1	2,27	0,206
CST	1	0,88	0,400
Tempo	1	0,93	0,389
Satisfação:Sexo	1	3,66	0,128
Sexo:Pontuação	1	0,17	0,703
Sexo:Motivação	2	1,68	0,296
Sexo:Semestre	2	1,96	0,255
Sexo:Idade	1	10,14	0,033
Sexo:CST	1	0,01	0,925
Sexo:Tempo	1	2,05	0,226
Sexo:Jogos no cotidiano	1	3,60	0,154
Satisfação:Semestre	2	0,54	0,619
Pontuação:Semestre	2	1,25	0,378
Semestre:Idade	1	3,87	0,120
Semestre:Tempo	1	0,36	0,579
Resíduos	4		

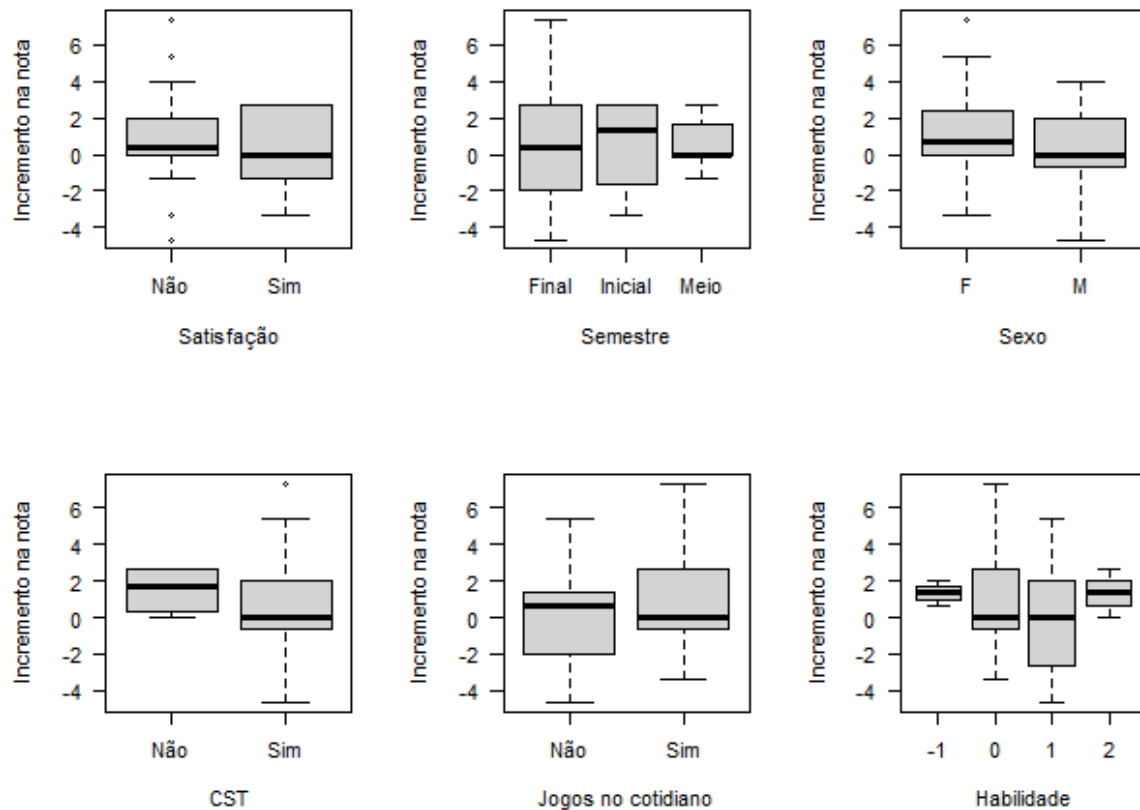
Fonte: Autora, 2024.

Considerando os dados da Tabela 2, percebeu-se os graus de liberdade (gl), os resultados do Teste F (F) e os valores dos níveis descritivos (p-valor) para cada variável independentes. Os p-valores maiores que 0,05 sugerem que as variáveis independentes não apresentaram efeito significativo estatisticamente sobre o incremento da nota.

Somente a interação Sexo:Idade apresentou nível descritivo menor que 0,05 (p-valor = 0,033). Isso sugeriu que somente a variável idade teve efeito significativo estatisticamente sobre o incremento da nota, mas que esse efeito foi diferente entre os sexos, as demais foram não conclusivas.

Os Gráficos 8 e 9 mostram a relação do incremento da nota com as diferentes variáveis respostas.

Gráfico 8 - Gráficos Boxplots das relações entre o incremento da nota e as variáveis Satisfação, Semestre, Sexo, CST, Jogos no cotidiano e Habilidade.

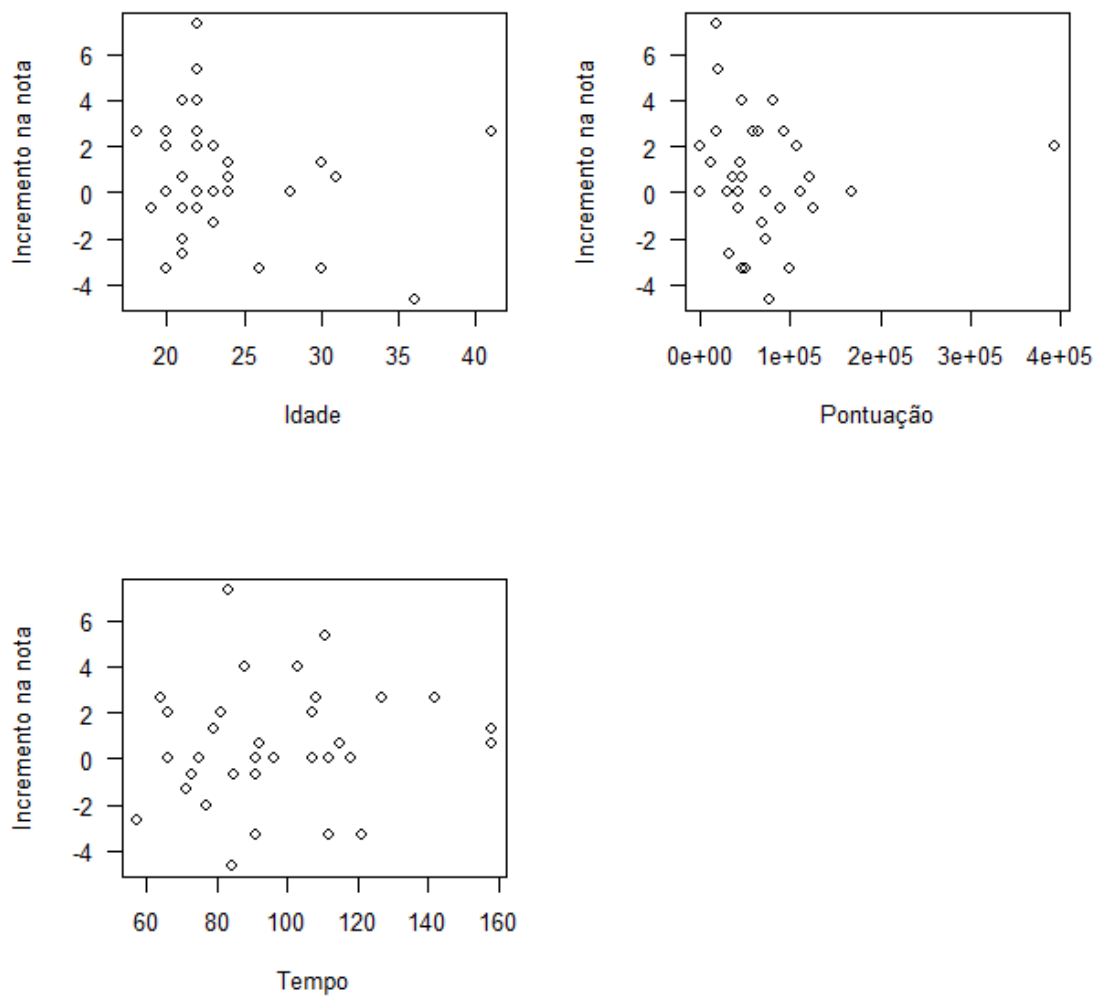


Fonte: Autora, 2024.

No Gráfico 8, as representações das variáveis categóricas – satisfação, motivação, semestre, sexo, contato com segurança do trabalho (CST), jogos no cotidiano e habilidade – por meio do gráfico de caixas, demonstram que as medianas (linhas mais escuras) têm pequena variação entre si, não sendo estatisticamente conclusiva quando relacionada ao incremento de nota.

No Gráfico 9, a seguir, as representações das variáveis numéricas por meio do gráfico de dispersões, demonstram não haver grandes variações com o aumento da idade, da pontuação ao longo do tempo de jogo, portanto, não sendo estatisticamente conclusivas quando relacionada ao incremento de nota.

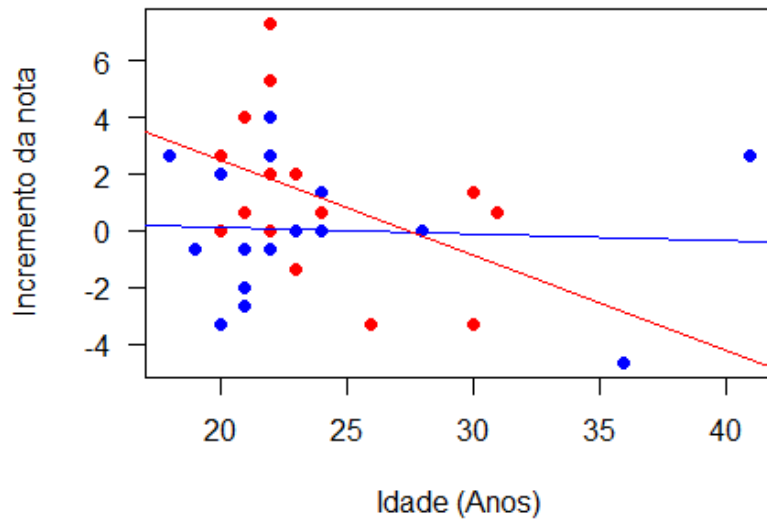
Gráfico 9 - Gráficos de dispersão das relações entre o incremento da nota e as variáveis Idade, Pontuação e Tempo de jogo.



Fonte: Autora, 2024.

Entretanto, o Gráfico 10 que apresenta a interação Idade:Sexo e incremento de nota, mostra o efeito distinto da idade de homens e mulheres sobre o incremento da nota. Ou seja, leia-se que os pontos azuis representam os homens e os pontos vermelhos as mulheres. A linha azul é a curva de regressão que mostra a tendência da nota dos homens. A linha vermelha é a curva de regressão que mostra a tendência da nota das mulheres.

Gráfico 10 - Gráfico de dispersão da relação entre incremento na nota e idade.



Fonte: Autora, 2024.

Observa-se no Gráfico 10 que no experimento realizado o aumento das idades das mulheres foi acompanhado por um decréscimo no incremento da nota, para a amostra considerada. Todavia, no caso dos homens não houve tendência de mudança de incremento com a variação da idade.

Portanto, somente a interação Sexo:Idade apresentou efeito significativo sobre o incremento na nota (para um nível de confiança de 95%). Esse efeito difere entre os sexos, pois somente nas mulheres foi observado um decréscimo no incremento da nota com o aumento da idade, para a amostra considerada. Essa redução pode estar relacionada à não familiaridade cultural que as mulheres adultas da amostra, geralmente, têm aos jogos, especialmente virtuais. Todavia é importante ressaltar que o tamanho reduzido da amostra não permite extrapolar os resultados para uma realidade mais ampla.

Assim, as verificações deste estudo são exclusivas ao contexto da população analisada.

4.2 RECOMENDAÇÕES PARA REALIZAÇÃO DE UM NOVO EXPERIMENTO

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, diversas dificuldades foram enfrentadas devido ao tema principal da gamificação no ensino de engenharia não apresentar diretrizes voltadas para aplicação prática. Trata-se de um tema emergente, com várias possibilidades de abordagem, mas não completas. Com isso, notou-se a necessidade de elaboração um procedimento padrão para a aplicação do método.

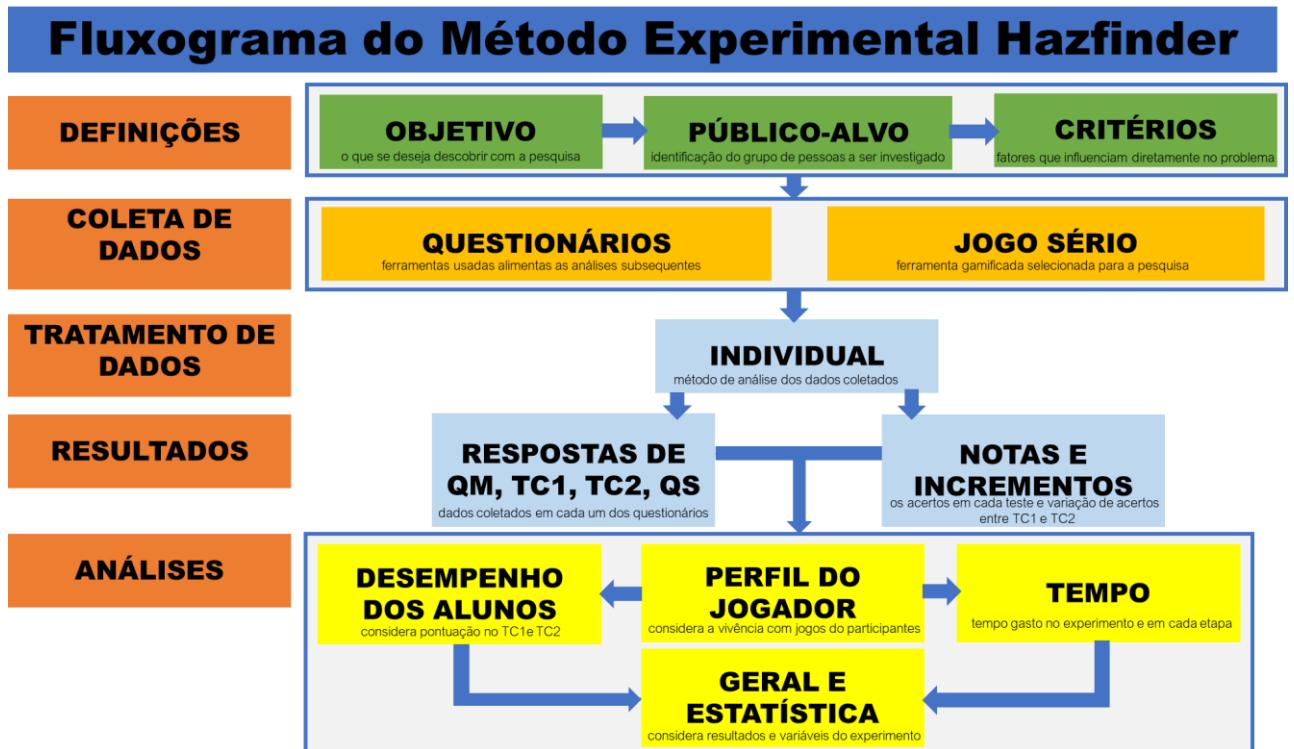
Portanto, foi elaborado um fluxograma que sintetiza o processo de aplicação baseado no Protocolo Gama de Carvalho (2012) e associado ao jogo *Hazfinder*, conforme aplicado nesta pesquisa. A proposição deste procedimento visa auxiliar os docentes na implementação da aplicação do jogo em sala de aula ou em uma atividade curricular, como a oficina realizada.

É importante destacar que o fluxograma apresenta diretrizes genéricas para orientar os professores na estruturação do método, permitindo que as etapas do protocolo sigam as recomendações de avaliação do aprendizado propostas por Carvalho (2012).

Além disso, o fluxograma proposto apresenta explicações para cada etapa a ser considerada, fundamentadas na experiência obtida durante a execução desta pesquisa. Assim, acredita-se que o uso desta ferramenta contribuirá significativamente para o avanço do conhecimento na temática abordada.

A seguir, apresenta-se na Figura 14 o fluxograma proposto, destinado a servir de suporte na etapa de estruturação do método de experimentação. Posteriormente, as etapas do fluxograma são descritas, visando auxiliar os docentes em sua aplicação.

Figura 14 - Fluxograma de estruturação do método de experimentação do Protocolo Gama de Carvalho (2012) associado ao jogo *Hazfinder*.



Fonte: Autora, 2024.

Para estruturar o método de forma eficaz, é necessário seguir algumas etapas fundamentais. A seguir, essas etapas serão apresentadas e descritas brevemente, juntamente com algumas recomendações que visam simplificar a aplicação do método.

4.2.1 Definições

Nesta etapa devem ser definidos o objetivo a ser alcançado com a pesquisa e delimitar o escopo de investigação, o que se deseja descobrir com a pesquisa.

A definição do público-alvo deve ocorrer após a determinação do objetivo da pesquisa, permitindo assim a identificação do grupo de pessoas que será contemplado pela investigação. No caso específico, os participantes foram os estudantes de graduação em Engenharia Civil. Nesta etapa, é crucial garantir que o método contemple a maior amostra possível, ou seja, todas elas pertençam ao mesmo grupo, e preferencialmente da forma mais homogênea. Por exemplo, todos os estudantes

do sexto período da graduação ou todos inscritos na mesma disciplina de segurança do trabalho. Ademais, é essencial que o público-alvo tenha interesse em participar e colaborar, a fim de garantir respostas mais assertivas.

Os critérios são fatores relevantes que influenciam diretamente no problema específico, no caso, a investigação quanto aos benefícios avaliados na atividade gamificada. Por exemplo, o desempenho acadêmico (obtenção conhecimentos refletidos em notas) e o engajamento (participação ativas). A necessidade de subcritérios só será necessária caso os critérios se tornarem extremamente complexos de determinação, exigindo a divisão em itens que se relacionam ao mesmo contexto, mas não devem ser muitos.

4.2.2 Coleta de dados

Nesta etapa, devem ser definidas as formas de coleta de dados para alimentar as análises subsequentes. Os questionários foram as ferramentas utilizadas para esta coleta, podendo ser elaborados e respondidos de forma física ou digital. A fim de aumentar o alcance e facilitar o processo de coleta, podem ser usadas ferramentas gratuitas como o *Google Forms*.

É importante que os questionários atendam aos princípios éticos de pesquisa com seres humanos. Também devem ser informados os riscos aos participantes, caso haja. Os questionários devem ser assertivos ao objetivo e ao tema proposto podendo ser usado integralmente ou de forma adaptada às situações futuras.

Em seguida, deve-se realizar a caracterização dos participantes com perguntas estratégicas e pertinentes à pesquisa, que contribuirão na análise dos resultados. Deve ser considerada a possibilidade de que o estudante não tenha conhecimento de determinado assunto e que ele não seja obrigado a responder uma questão. Ou seja, deve ser prevista a possibilidade de que o estudante não responda à determinada questão e prossiga nas respostas para outras questões.

A aplicação do jogo requer a preparação do ambiente corretamente: no caso, com a instalação do *software* e a organização do local. O ministrante da atividade deve estar apto a responder quaisquer dúvidas dos estudantes sobre o desenvolvimento do jogo e conduzir de forma eficiente a instrução inicial e orientação durante a aplicação do jogo e dos questionários.

A avaliação do incremento de aprendizagem poderia ter sido realizada com um intervalo de tempo maior após a atividade gamificada, de forma a avaliar a retenção do conhecimento. Ou seja, caso a atividade seja desenvolvida em uma disciplina, a atividade gamificada pode ser aplicada no início do semestre e verificada a retenção do conhecimento (TC2) após algumas semanas.

Também poderiam ser realizadas comparações entre amostras diferentes, como o uso de um grupo de controle (que não realize a atividade gamificada) ou disciplinas com abordagens pedagógicas diferenciadas da gamificação.

4.2.3 Tratamento de dados

Os dados coletados podem ser organizados em tabelas, gráficos e diagramas para facilitar a análise e interpretação subsequente. Recomenda-se a utilização de planilhas eletrônicas, como o Excel, assegurando a separação adequada dos dados para evitar misturas indesejadas e permitindo a análise da amostra coletiva e individualmente. A partir dos critérios e objetivos, deve-se definir as variáveis que estão sendo analisadas e organizá-las.

Além disso, o uso de técnicas e *softwares* estatísticos pode ser útil para a análise dos resultados. Os resultados podem ser abrangentes e considerar todos os dados apropriados durante o processo de coleta e realização do experimento.

4.2.4 Resultados

Nesta etapa, devem ser apresentados os principais resultados para os critérios definidos. Sugere-se que a discussão dos resultados seja realizada analisando o perfil do respondente em conjunto com as respostas, incremento e notas obtidas, possibilitando traçar paralelos e padrões no comportamento observado.

4.2.5 Análises

O resultado geral do método foi obtido na etapa anterior. Todavia, é recomendável realizar análises mais aprofundadas para avaliar os resultados e o próprio método. Para tal, a sugestão inicial é correlacionar o desempenho dos estudantes nos Testes de Conhecimentos, o perfil do jogador obtido no QM, o grau

de satisfação coletado no QS, tempo e demais variáveis que podem influenciar o fenômeno investigado. Sugere-se utilizar das análises estatísticas pertinentes a cada caso específico, a fim de confirmar a relevância estatística dos resultados coletados.

As análises realizadas podem originar novas questões de pesquisa que poderão otimizar os instrumentos propostos. Entretanto, é importante manter a padronização deles para que possam ser comparações entre amostras de anos diferentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou a utilização do jogo *Hazfinder*, desenvolvido pela OSHA, no processo de aprendizagem de segurança do trabalho. Para conduzir esta pesquisa, a autora baseou-se no método proposto por Carvalho (2012), que sugere a aplicação de diversos testes e questionários com o objetivo de medir o nível de conhecimento dos participantes e suas percepções ao longo da investigação. Assim, as conclusões obtidas serão apresentadas nos tópicos subsequentes.

5.1 QUANTO AO OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa foi analisar o impacto de uma atividade gamificada no processo de aprendizado de estudantes de graduação em Engenharia Civil por meio do conhecimento sobre Segurança do Trabalho na construção civil.

Estatisticamente, neste experimento, a aplicação do jogo não aumentou o desempenho dos alunos. As medianas das notas de TC1 e TC2 não diferem (para uma confiança de 95%). Todavia, a presente pesquisa foi pontual e não é conclusiva sobre o ocorrido.

A transversalidade e a brevidade da pesquisa não possibilitaram a consideração de todos os fatores relativos ao experimento, como comprometimento do participante. Conhecer o histórico de notas e a frequência do aluno poderia indicar o nível de comprometimento dele com a vida acadêmica e assim justificar possíveis desempenhos na atividade gamificada, dentre outros aspectos não considerados.

5.2 QUANTO AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A pesquisa experimental trouxe informações importantes para o estudo. Confirmou-se que no método proposto por Carvalho (2012) o protocolo de avaliação para jogos existentes se mostrou apropriado, pois norteou adequadamente o procedimento de medição do desempenho estudantil e possibilitou analisar a evolução do processo de aprendizagem.

Entretanto, observou-se que ele possui limitações, como a falta de definição de tempos de espera para aplicação de cada etapa do método e instruções para a

avaliação da motivação e da satisfação dos jogadores. Para isso, foram seguidas outras referências que embasaram os questionários QM e QS. Para a definição do tempo de avaliação da retenção do conhecimento por meio dos Testes de Conhecimento devem ser buscados mais estudos e informações para subsidiar a decisão.

Uma significativa contribuição do trabalho ocorreu por meio da elaboração e refinamento das ferramentas. Estas permitirão a replicabilidade da pesquisa e a continuação da investigação sobre o tema proposto, inclusive com profissionais atuantes nos canteiros de obras. Outro contribuinte para a replicabilidade facilitada é o subitem 4.3 com recomendações para novos experimentos.

O resultado ainda não foi significativo estatisticamente, sendo sugerida a continuação dos estudos. Todavia, vale ressaltar que o ensino baseado em jogos promove uma série de fatores relacionados ao engajamento e à satisfação, como visto ao longo dos resultados, que fomentam seu uso em sala de aula.

5.3 QUANTO À AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO DO JOGO

O processo pedagógico de avaliação proposto por Carvalho (2012) foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa e a compreensão das diversas percepções dos participantes do experimento. Por meio da análise dos instrumentos propostos, foi possível avaliar a evolução do processo de aprendizagem dos alunos, além de compreender as perspectivas dos estudantes sobre o método de ensino empregado, quantificação do incremento na aprendizagem e analisar as influências de determinadas variáveis no processo.

Os instrumentos TC1 e TC2 ainda podem ser futuramente melhorados ao reformular ou substituir as questões com menor índice de acertos para que não haja falha na comunicação entre a ferramenta e o participante.

O idioma estrangeiro pode ter sido um entrave para a obtenção de um resultado mais significativo da pesquisa. Portanto, um fator plausível é considerar um nível mínimo de conhecimento da língua inglesa dos participantes. Mesmo que o problema tenha sido atenuado já que os estudantes utilizaram do *Software* Google Tradutor como suporte simultâneo por meio da ferramenta Lentes.

A presente pesquisa demonstrou a ocorrência de incremento de nota (ou seja, aumento no número de acertos pós-jogo) dos participantes. Houve a confirmação da hipótese levantada, baseada na fundamentação teórica, de que o uso de jogos educacionais no ensino de Engenharia Civil possibilita aumentar o engajamento do estudante e melhorar o desempenho acadêmico do mesmo.

5.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

O estudo limitou-se à aplicação dos experimentos em apenas duas oficinas para estudantes de graduação em Engenharia Civil, com diferentes tamanhos e semestres. Sendo assim, apenas um dos experimentos foi considerado na análise dos dados, enquanto o outro serviu exclusivamente como piloto para a melhoria e validação do método de aplicação da pesquisa e de seus instrumentos.

O grupo amostral foi pequeno, o que impediu a extrapolação dos resultados para uma realidade geral. Portanto, as conclusões estatísticas deste trabalho devem ser interpretadas apenas no contexto da população envolvida.

5.5 PROPOSTAS FUTURAS DE PESQUISA

Esta pesquisa pode elucidar futuros estudos sobre a aplicação da atividade gamificada, fomentando a exploração do jogo *Hazfinder* associado ao protocolo adaptado em diversas áreas e contextos da formação e educação em Engenharia, com o objetivo de aprimorar técnicas e ampliar sua abrangência. Recomenda-se:

- A continuidade desta pesquisa por meio de sua aplicação em outras universidades, tanto no formato de oficinas quanto dentro da disciplina de Segurança do Trabalho. Isso permitirá a integração do conhecimento de forma mais aprofundada e contínua na grade curricular e nas atividades acadêmicas;
- Comparar os resultados dos estudantes no jogo *Hazfinder* com os desempenhos nos testes de avaliação do conhecimento.
- O aumento no número de integrantes da amostra investigada com uma eventual busca de homogeneização ou padronização dos alunos em um mesmo perfil.
- Utilizar a atividade gamificada para o treinamento de equipes de trabalho em campo, dada a importância da segurança e da identificação de perigos.

- A adaptação dos testes de conhecimento às legislações em outros países, conforme as normativas locais, com foco na identificação de perigos.
- A exploração dos procedimentos propostos em diferentes áreas e cenários de educação e treinamento de equipes, não apenas na construção civil, mas também em outros ambientes disponíveis no *software*, como hospitalar e fabril.
- Comparar a gamificação com outros procedimentos de aprendizagem, como metodologias ativas, e utilizar de amostras de grupo de controle para aferição dos resultados.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA GOV. Brasil e EUA firmam pacto histórico pelos direitos do trabalho. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202309/brasil-e-eua-firmam-pacto-historico-pelos-direitos-do-trabalho/>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- AHMAD, M. Categorizing game design elements into educational game design fundamentals. **Game Design and Intelligent Interaction**, [S.L.], 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89971>.
- ALANNE, K. An overview of game-based learning in building services engineering education. **European Journal of Engineering Education**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 204-219, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056097>.
- ALBERTI, M. G. *et al.* Gamification and question-driven learning aided with immediate response systems. Some experiences from civil engineering students. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF EDUCATION, RESEARCH AND INNOVATION, 12., 2019, Seville. **Proceedings...** Seville: IATED, p. 6315, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338104612_gamification_and_question-driven_learning_aided_with_immediate_response_systems_some_experiences_from_civil_engineering_students. Acesso em: 09 jul. 2024.
- ALHAMMAD, M. M.; MORENO, A. M. Gamification in software engineering education: a systematic mapping. **Journal of Systems and Software**, [S.L.], v. 141, p. 131-150, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.065>.
- ALMEIDA, F.; SIMÕES, J. The role of serious games, gamification and Industry 4.0 tools in the Education 4.0 paradigm. **Contemporary Educational Technology**, v.10, n.2, p.120-136, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30935/cet.554469>.
- BEH, H. J *et al.* Developing engineering students' capabilities through game-based virtual reality technology for building utility inspection. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/ecam-02-2021-0174>.
- BOLKAS, D; JADIDI, M. A.; CHIAMPI, J.; USMAN, M. Web-based Game vs. Virtual Reality Field Surveying Labs Towards Enhancing Experiential Education. In: ASEE 2021 Annual Conference, [S.L.]. **Proceedings...** [S.L.], American Society for Engineering Education, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353688945_Web-based_Game_vs_Virtual_Reality_Field_Surveying_Labs_Towards_Enhancing_Experiential_Education. Acesso em: 09 jul. 2024.
- BORGES JR, G. **Gamificação como recurso inovador no processo de ensino e aprendizagem para o ensino superior**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Desenvolvimento e Sociedade) – Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), 2020. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/index.php/pos-graduacao/trabalhos-de-conclusao-de-bolsistas/trabalhos-de-conclusao-de-bolsistas->

a-partir-de-2018/ciencias-sociais-aplicadas/mestrado-csa/1192-gamificacao-como-recurso-inovador-no-processo-de-ensino-e-aprendizagem-para-o-ensino-superior/file. Acesso em: 09 jul. 2024.

CARRILLO, C.; FLORES, M. A. COVID-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices, **European Journal of Teacher Education**, 43:4, p 466-487, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1821184>.

CARVALHO, C. V. Is Game-Based Learning Suitable for Engineering Education? In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2012, Marrakech. **Proceedings...** Marrakech: IEEE, 2012. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6201140>. Acesso em: 09 jul. 2024.

CASTRONOVO, F. *et al.* Enhancement of Learning Objectives in Construction Engineering Education: A Step toward Simulation Assessment. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2014, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: American Society of Civil Engineers, p. 339–48, 2014. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784413517.035>. Acesso em: 09 jul. 2024.

ÇEKER, E.; ÖZDAML, F. What "Gamification" is and what it's not. **European Journal of Contemporary Education**, v.6, i.2, p.221-228, 2017. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1146137>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CENTRE FOR TEACHING EXCELLENCE. **Gamification and Game-Based Learning**. 2020. Disponível em: <https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/teaching-resources/teaching-tips/educational-technologies/all/gamification-and-game-based-learning>. Acesso em: 09 jul. 2024.

CLARK, R. *et al.* Gamifying sustainable engineering courses: student and instructor perspectives of community, engagement, learning, and retention. **Journal of Civil Engineering Education**, v. 147, n. 4, p. 04021009, 2021. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)ei.2643-9115.0000047](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)ei.2643-9115.0000047).

CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. John Wiley & Sons, 1999.

COSTA, A.C.S.; MARCHIORI, P.Z. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. InCID: **Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v.6, n.2, p.44-65, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v6i2p44-65>.

CORREA, C. C. **O uso de gamificação no ensino da ferramenta de Linha de Balanço**. 2024. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2024.

DEPARTMENT OF LABOR (DOL). **History at the Department of Labor: departmental timeline**, 2004. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20120709205219/http://www.dol.gov/oasam/programs/history/dpt.htm>. Acesso em: 09 jul. 2024.

- DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS, 2011, New York. **Proceedings...** New York, 2011, p 9–15. DOI: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
- DIB, H.; ADAMO-VILLANI, N. Serious sustainability challenge game to promote teaching and learning of building sustainability. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 28, n. 5, p. 1–11, 2014. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000357](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000357).
- DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. John Wiley & Sons, 1998.
- EBNER, M.; HOLZINGER, A. Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: an example from civil engineering. **Computers & Education**, [S.L.], v. 49, n. 3, p. 873-890, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.026>.
- GAMARRA, M. *et al.* A gamification strategy in engineering education: a case study on motivation and engagement. **Computer Applications in Engineering Education**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 472-482, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.22466>.
- GETULI, V.; CAPONE, P.; BRUTTINI, A.; SORBI, T. A smart objects library for BIM-based construction site and emergency management to support mobile VR safety training experiences. *Construction Innovation*, v.22, n.3, p.504-530, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1108/ci-04-2021-0062>
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4^a ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/mauriciofacanha/ensino-superior/redacao-cientifica/livros/gil-a.-c.-como-elaborar-projetos-de-pesquisa.-sao-paulo-atlas-2002./view>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- GONZÁLEZ, A. Turning a traditional teaching setting into a feedback-rich environment. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-21, 2018. Disponível em: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-018-0114-1>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- GUIMARÃES, A.; CAVALCANTI, M.; VASCONCELOS, B. Gamification using technologies for occupational safety training in the civil construction sector. **Work**, [S.L.], v. 77, n. 2, p. 477-485, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3233/wor-220685>.
- HAMMOND, M.; WELLINGTON, J. **Research Methods**: the key concepts. 1^a ed. London: Routledge, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4324/9780203097625>.
- HAMZEH, F *et al.* Application of hands-on simulation games to improve classroom experience. **European Journal of Engineering Education**, Philadelphia, v. 42, n. 5, p. 471–481, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1190688>.

- HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. MDA: A formal approach to game design and game research. **Workshop on Challenges in Game AI**, 1–4, 2004. Disponível em: <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- JÄÄSKÄ, E.; AALTONEN, K.; KUJALA, J. Game-Based Learning in project sustainability management education. **Sustainability**, [S.L.], v. 13, n. 15, p. 8204, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13158204>.
- JACOBSEN, E. L.; SOLBERG, A.; GOLOVINA, O.; TEIZER, J. Active personalized construction safety training using run-time data collection in physical and virtual reality work environments. **Construction Innovation**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 531-553, 25 out. 2021. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ci-06-2021-0113>.
- KAZEMIROODSARI, H.; FOLAJIMI, Y. Video game to teach fluid mechanics (work in progress). In: ASEE 2022 ANNUAL CONFERENCE EXCELLENCE THROUGH DIVERSITY, 2022, [s.l.]. **Proceedings...** [s.l.] ASEE, 2022. Disponível em: <https://peer.asee.org/video-game-to-teach-fluid-mechanics-work-in-progress>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- KIM, B. Designing gamification in the right way. In: **Understanding Gamification**, Chapter 5, Library Technology Reports, v.51, n.2, 2015. Disponível em: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/issue/view/issue/502/252>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- LAAMARTI, F.; EID, M.; SADDIK, A. An overview of serious games. **International Journal of Computer Games Technology**, n. 358152, p.1-15, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/358152>.
- LEDESMA, E. F. *et al.* Motivation of students through the gamification technique in the subject of theory of structures. In: INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE, 12., 2018, Valencia. **Proceedings...** Valencia, p. 9202-9208, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2018.2255>.
- LIAO, C. *et al.* Development and deployment of traffic control game. Transportation Research Record. **Journal of the Transportation Research Board**, v. 2199, n. 1, p. 28–36, jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.3141/2199>.
- LIMA, M. L. V. **Gamificação e desenvolvimento de competências profissionais dos operários da construção civil**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Gestão Social) - Universidade Federal da Bahia (UFBA), 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/34747/1/Gamificacao%20e%20desenvolvimento%20de%20competencias%20profissionais.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- LUCENA, A. F. E. SAFFARO, F. A. Guidelines for exploring construction sites in virtual reality environments for hazard identification. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v.28, n.1, p.86-95. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1728951>

MCGONIGAL, J. **Reality is broken**: Why games make us better and how they can change the world. Penguin Press, 2011. Disponível em: https://educacaofisicaaefcps.files.wordpress.com/2018/07/reality_is_broken.pdf. Acesso em: 09 jul. 2024.

MENONCIN, S. E. M. **Ferramentas digitais para aulas de matemática no contexto da Pandemia da COVID-19**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28159>. Acesso em: 09 jul. 2024.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO EM SÃO PAULO. **Mais de 450 trabalhadores da construção civil morrem a cada ano no Brasil**. Disponível em: <https://www.prt2.mpt.mp.br/275-mais-de-450-trabalhadores-da-construcao-civil-morrem-a-cada-ano-no-brasil>. Acesso em: 19 jul. 2024.

MORÁN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (orgs.) **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf/. Acesso em: 20 jul. 2024.

MOREIRA, K. C. B.; SERRA, S. M. B. Avaliação do ensino-aprendizagem sobre segurança do trabalho em canteiros de obras por meio da gamificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 52., 2024, Vitória. **Anais...** Vitória: ABENGE, 2024. Disponível em: https://abenge.org.br/sis_artigos.php?cod_trab=5123. Acesso em: 10 set. 2024.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION (OSHA). **OSHA's Hazard Identification Training Tool**. Disponível em: <https://www.osha.gov/hazfinder/>. Acesso em: 09 jul. 2024.

PACHECO-TORRES, R. *et al.* Evaluation based learning applied to final year degree project in civil engineering - use of gamification tools. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES, 9., 2017, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona: IATED, p. 10197-10203, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2017.0930>.

PACIAROTTI, C.; BERTOZZI, G.; SILLAOTS, M.. A new approach to gamification in engineering education: the learner-designer approach to serious games. **European Journal Of Engineering Education**, [S.L.], v. 46, n. 6, p. 1092-1116, 2021.. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2021.1997922>.

PAGÁN, J. I.; ORTIZ, P.; LÓPEZ, I. The use of Kahoot! to promote Active Learning in port management and operation subject in civil engineering degree. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACTIVE LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION, 2022, Alicante. **Proceedings...** Alicante: PAEE, 2022. Disponível em: http://paee.dps.uminho.pt/proceedingsSCOPUS/PAEE_ALE_2022_PROCEEDINGS.pdf. Acesso em: 09 jul. 2024.

PARK, C.; KIM, H. A framework for construction safety management and visualization system. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 33, p. 95-103, 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.012>.

PATIL, Y. M.; KUMBHAR, P. Learning by Gamification: an effective active learning tool in engineering education. **Journal of Engineering Education Transformations**, [S.L.], v. 34, p. 447-453, 2021. DOI:10.16920/jeet/2021/v34i0/157194.

PÉREZ *et al.* How can game-based learning affect engineering students' confidence? In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2022, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: IEEE, 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9962463>. Acesso em: 09 jul. 2024.

PRISMA. **Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analyses**. 2020. Disponível em: <http://prisma-statement.org>. Acesso em: 09 jul. 2024.

REYES, E. *et al.* Learning Course: application of gamification in teaching construction and building materials subjects. **Education Sciences**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 287, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11060287>.

REYES, E.; GÁLVEZ, J. C. Introduction of innovations into the traditional lecturing of construction and building materials. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, [S.L.], v. 137, n. 1, p. 28–37, 2011. Disponível em: https://oa.upm.es/11681/2/INVE_MEM_2011_106335.pdf. Acesso em: 09 jul. 2024.

RODEGHERI, P. M.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M. B. Adaptação e aplicação do jogo da variabilidade para ambiente virtual. In: XLVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 48, 2020, [s.l.]. **Anais...** ABENGE: [s.l.], 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347067009_Adaptacao_e_Aplicacao_do_Jogo_da_Variabilidade_para_Ambiente_Virtual. Acesso em: 09 jul. 2024.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Rules of play - game design fundamentals**. London: MIT Press Cambridge, 2004. Disponível em: http://files.onearmedman.com/fordham/salen_zimmerman2004.pdf. Acesso em: 09 jul. 2024.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>.

SINGH, C.K.S. *et al.* A review of data analysis for gamification: challenges, motivations, recommendations and methodological aspects. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)**, v 12, p 928-960, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i3.828>.

SOARES, A. N. *et al.* The Role Playing Game (RPG) as a pedagogical strategy in the training of the nurse: an experience report on the creation of a game. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 24, n. 2, p. 600–608, jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-07072015001072014>.

SOUSA, M. Modern Serious Board Games: modding games to teach and train civil engineering students. *In*: GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE, 2020, Porto. **Proceedings...** Porto: IEEE, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125261>.

SZABÓ JÚNIOR, A. M. **Percepções docentes sobre o uso de games e gamificação no ensino superior**: desafios e possibilidades, 2020. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2020. Disponível em: <http://tede.metodista.br/jspui/handle/tede/2019>. Acesso em: 09 jul. 2024.

TAILLANDIER, F. *et al.* DOMEGO: A board game for learning how to manage a construction project. **International Journal of Game-Based Learning**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 20-37, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2021040102>.

TOLOMEI, B. V. A Gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EAD em Foco**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 145-156, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18264/eadf.v7i2.440>.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>.

ZECHNER, J.; EBNER, M. Playing a game in civil engineering: the internal force master for structural analysis. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING, 14, 2011, [S.L.]. **Proceedings...** IEEE, P. 417-422, 2011. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6059618>. Acesso em: 09 jul. 2024.

APÊNDICE A – REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

Uma revisão sistemática da gamificação no ensino de engenharia civil

A melhoria no processo de ensino e aprendizagem é constante devido à evolução do conhecimento e da sociedade. A gamificação é uma proposta de estratégia de aprendizagem para agilizar o ensino presencial, especialmente na Educação 4.0. A estratégia inclui a inserção de elementos de jogos para engajar, motivar e facilitar o aprendizado. A gamificação no ensino superior de Engenharia Civil requer mais pesquisas para entender a dinâmica dos jogos, comparar os indicadores de avaliação da aprendizagem e promover sua adoção com mais sucesso. Para isso, uma revisão sistemática da literatura rendeu 27 artigos a partir da análise. A pesquisa indicou a recorrência do interesse pelo tema a partir de 2007, por se tratar de uma área recente e em ascensão nas publicações. Houve uma tendência de utilizar jogos de simulação com realidade virtual para relacionar melhor os aspectos práticos e teóricos do ensino de Engenharia Civil. Os temas com maior número de jogos foram sustentabilidade, análise estrutural, saúde e segurança no trabalho. A maioria dos jogos foi fornecida para uso individual pelo aluno, e houve um forte uso de elementos do jogo, como pontuação, nível e classificação para estimular a competição. Alguns artigos avaliaram comparativamente o processo de aprendizagem, considerando o pré e pós-testes. Após este estudo, foi possível visualizar que não existe um método consolidado de avaliação da aprendizagem por meio da Gamificação no ensino de Engenharia Civil. Os resultados permitem conhecer a importância de estudos como este que discutem a metodologia de implementação e análise da aprendizagem com Gamificação.

Palavras-chave: gamificação, jogo, aprendizagem baseada em jogos, processo de aprendizagem, educação em engenharia.

1 INTRODUÇÃO

A Educação 4.0 incentiva o engajamento dos alunos nas atividades em sala de aula por meio de tecnologias e estratégias inovadoras que ampliam o conhecimento e o conteúdo teórico, melhoram a interação dos alunos, simulam cenários reais de trabalho e desenvolvem habilidades e novas competências profissionais (Moraes *et al.*, 2023). Para Almeida e Simões (2019), a Educação 4.0 reforça que os alunos aprendem fazendo, e a partir da experimentação, são estimulados a aprender e descobrir novas formas de aprender. Se os seres humanos aprendem e se desenvolvem por meio de jogos, a integração dos jogos nas estratégias de ensino pode ser uma forma de incentivar a aprendizagem ativa (González, 2018).

A Aprendizagem Baseada em Jogos (GBL) aspira trazer a atividade humana natural do jogo para o processo de aprendizagem (Giannakas *et al.*, 2018). Portanto, a inserção de mecanismos tecnológicos e jogos no ambiente educacional pode contribuir para a participação e a aprendizagem (Taillandier *et al.*, 2021). Singh *et al.* (2021) apontam que o avanço tecnológico e o rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC), como o uso de telefones celulares e plataformas de ensino, aumentam o interesse dos pesquisadores em buscar mecanismos de gamificação como uma ferramenta pedagógica eficaz para sustentar o engajamento dos alunos. Para Moraes *et al.* (2023), o uso de tecnologias da Indústria 4.0 na educação contribui para a aprendizagem dos alunos, mas não é usado tanto quanto deveria.

Como estratégia de aprendizagem, a Gamificação inova e integra o ambiente acadêmico, seja virtual ou presencial (Carrillo e Flores, 2020; Özden *et al.*, 2023). Kim (2015) aponta que é possível desenvolver um jogo atrativo e apoiá-los adequadamente no processo de ensino-aprendizagem. O jogo aproxima o processo de aprendizagem da realidade do aluno, estimulando a realização repetitiva de tarefas sem torná-las monótonas e permitindo a obtenção de recompensas. González (2018) aponta que a busca constante por novas formas de motivar os alunos e a apresentação de feedbacks imediatos podem ser um meio de ajudá-los a reter o conhecimento exposto em sala de aula. No entanto, esta aplicação deve ser avaliada para verificar se os objetivos estão sendo alcançados.

Autores como Pacheco-Torres *et al.* (2017) e Sousa (2020) aplicaram diferentes jogos presenciais para complementar o currículo escolar dos alunos e obtiveram resultados favoráveis de motivação e/ou fixação de conteúdo. Em comparação, Alberti *et al.* (2019), Ledesma *et al.* (2018) e Reyes *et al.* (2021) usaram jogos online como ferramenta de auxílio

ao ensino. Os resultados indicaram um aumento do interesse em aprender devido à melhor visualização, interatividade, competitividade, melhor envolvimento dos alunos, melhores pontuações e menos reprovações dos jogos online.

No entanto, avaliar a prática da GBL não é fácil: é preciso saber se o aluno aprendeu o conteúdo, distinguindo se o fez (ou não) devido ao jogo e não a outros aspectos (Carvalho, 2012). Assim, o conteúdo de aprendizagem deve ser apresentado aos alunos de forma organizada e pedagógica com base em suas características.

Jääskä *et al.* (2021) afirmam que a gamificação é mais adotada em computação, negócios e ciência. Gao *et al.* (2020) verificaram o potencial da GBL na educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). A gamificação existe na Engenharia, incluindo Engenharia Civil e Construção (Alanne, 2015; Taillandier *et al.*, 2021; Bhatnagar *et al.*, 2022). Embora pesquisas sobre GBL em diferentes áreas do conhecimento tenham sido feitas ao longo dos anos, é essencial revisar criticamente os estudos existentes para identificar o conhecimento atual sobre o processo de aprendizagem e as direções futuras da pesquisa (Gao *et al.*, 2020).

Assim, esta pesquisa tem como objetivo preencher a lacuna de conhecimento, realizar uma revisão sistemática da literatura e identificar o estado da arte no uso da gamificação no ensino de Engenharia Civil. Além disso, pretende-se verificar as principais características dos jogos implementados a partir de elementos de jogos e as estratégias de avaliação de aprendizagem utilizadas.

Objetivo deste estudo e questões de pesquisa

Esta revisão sistemática da literatura (RSL) foi realizada para compreender o status da pesquisa sobre gamificação no ensino de Engenharia Civil. As questões de pesquisa que orientam este SRL são:

Pergunta 1: Quais são as principais características bibliométricas dos artigos selecionados?

Questão 2: Como estão organizados os artigos para apresentar a experiência da GBL no ensino de engenharia civil? Quais jogos os autores usaram? Além disso, quais disciplinas ou assuntos são abordados por meio da gamificação?

Questão 3: Quais estratégias de ensino foram utilizadas durante a experiência? Quais são os elementos de gamificação utilizados?

Questão 4: Quais foram as etapas de desenvolvimento do jogo e como os autores avaliaram o processo de ensino-aprendizagem dos alunos?

Este artigo está organizado nas seguintes seções: "Fundamentação Teórica" que apresenta os conceitos iniciais que serviram de base para a análise do artigo; "Método de

revisão de literatura" que apresenta as estratégias de busca de referências e o protocolo utilizado; "Resultados e Discussão" apresenta as respostas às quatro questões de pesquisa, e "Conclusão" apresenta as reflexões finais sobre este artigo.

2 MÉTODO DE REVISÃO DA LITERATURA

ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DE ARTIGOS RELACIONADOS AO TEMA

As sequências foram definidas considerando três grupos significativos de disciplinas: Gamificação E Ensino/aprendizagem E Engenharia Civil. As bases de dados escolhidas para as buscas de *strings* foram Scopus e Web of Science (WOS) e foram utilizadas nos campos "título/resumo/palavra-chave" (TITLE-ABS-KEY) e "tema" (Tópicos), respectivamente. Além disso, o protocolo de revisão sistemática foi desenvolvido para orientar a busca nas bases de dados, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Protocolo para Revisão Sistemática da Literatura.

Título	Gamificação no Ensino Superior de Engenharia Civil
Objetivo	O objetivo é identificar o estado da arte, métodos e técnicas existentes para inserção da Gamificação no ensino de Engenharia Civil e apontar lacunas de pesquisa.
Contexto	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO)
Horizonte de tempo	Sem restrição quanto ao ano de publicação
Idioma	Inglês
Critérios de inclusão de pesquisa	Artigos que atendam aos requisitos deste Protocolo e tenham pelo menos um termo das strings de pesquisa no título e/ou resumo e/ou palavras-chave.
Critérios de exclusão de pesquisa	Artigos duplicados, que não se enquadrem no assunto e não atendam aos requisitos deste Protocolo, artigos que não combinem Gamificação na indústria da construção ou programas de Engenharia Civil.
Cadeias de caracteres de pesquisa	(Gamificação OU "jogo sério" OU "jogo sério" OU game-bas* OU "jogo educacional*" OU "teoria dos jogos" OU (jogo AND lean)) E (aprendizagem OU treinamento OU ensino) E ("engenharia civil")
Base de dados	Scopus e Web of Science
Método de investigação	1) Strings de pesquisa nos bancos de dados; 2) Seleção dos artigos utilizando o software StArt; 3) Extração de artigos relevantes para leitura integral e resumo dos artigos lidos; 4) Geração de dados quantitativos para análise e elaboração do relatório de resultados.
Definição dos tipos de estudo	Artigos publicados em revistas e conferências científicas.

A busca nas bases de dados WOS e Scopus foi realizada em 9 de março de 2023, aplicando-se os termos de busca descritos acima, e foram encontrados 26 e 48 artigos, respectivamente. Depois de aplicar o tipo de documento e os filtros de idioma, os arquivos

individuais foram baixados no formato .ris. A etapa 1 resultou em 74 artigos, e seus dados foram exportados para o software StArt, um gerenciador de revisão sistemática da literatura (Fabbri et al., 2016). Nesta fase, 15 artigos eram duplicados e foram removidos.

Etapa 2: Triagem e seleção de artigos relacionados à Gamificação no Ensino de Engenharia Civil

A etapa 2 consistiu na análise, seleção e extração dos artigos. Os critérios de inclusão dos artigos selecionados apresentaram títulos, palavras-chave e/ou resumos que tratavam de estudos relacionados à Gamificação no ensino de Engenharia Civil. Nessa etapa, foram selecionados 41 artigos, sendo que 18 foram rejeitados. Foram excluídos os arquivos referentes a anais de congressos (5), estudos de literatura (2) e ensino de outros conteúdos, como idiomas (1). Alguns artigos mencionaram a importância da Gamificação para o planejamento da construção de aprendizagem, mas usaram práticas de simulação não relacionadas às estratégias de gamificação (4). O restante apresentou a Gamificação para a formação profissional, mas sem relação com o processo de ensino e aprendizagem do ensino superior (6).

2.1 ETAPA 3: EXTRAÇÃO DE ARTIGOS PARA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS DE PESQUISA

A etapa 3 consistiu na extração dos artigos e leitura na íntegra entre os selecionados, considerando sua pertinência dentro do tema proposto. Nesta fase, dos 41 artigos, 14 artigos foram rejeitados. Os artigos foram rejeitados considerando a indisponibilidade de acesso ao texto completo (9), e, novamente, outros (5) não estavam relacionados ao uso da Gamificação no ensino de engenharia civil. A análise bibliométrica final foi realizada considerando os 27 artigos disponíveis para leitura na íntegra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERGUNTA 1: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Os 27 artigos extraídos nesta etapa foram resumidos e analisados quantitativamente em termos de ano de publicação, país de publicação, periódico ou conferência de publicação, objetivo do estudo, tipos de jogos utilizados e sugestões para trabalhos futuros.

A Figura 2 ilustra as publicações iniciadas em 2007. Houve um ligeiro aumento no número de publicações em 2012, com duas. Mantendo-se abaixo de cinco publicações por ano até 2021 e 2 publicações relevantes em 2022, último ano de análise. O ano com mais publicações foi 2021, com cinco, seguido de 2019, com três. A realidade advinda da pandemia da COVID-19 em 2020 e a necessidade de buscar novas formas de ensino e aprendizagem podem ter influenciado o recente aumento de publicações sobre o tema em 2021 (5) e 2022 (4).

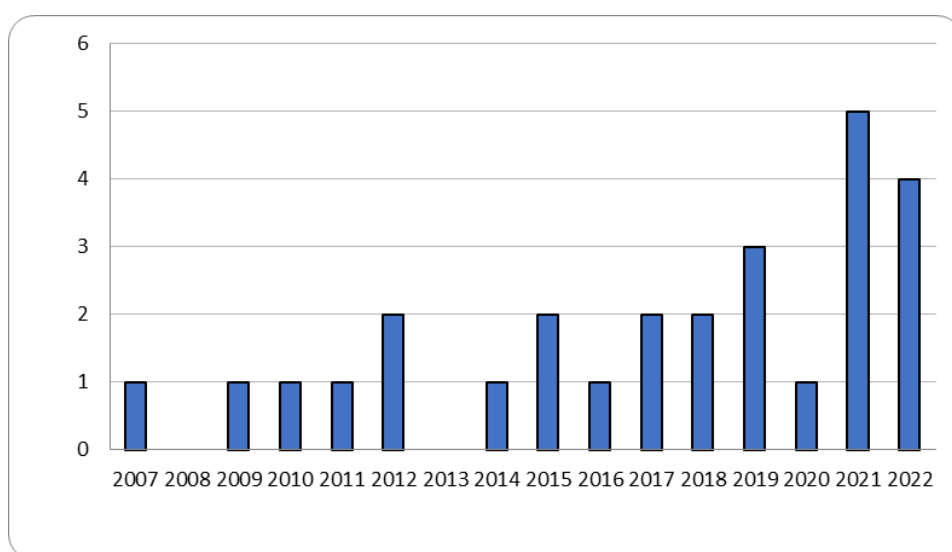


Figura 2. Número de publicações por ano.

A Figura 3 mostra os periódicos e conferências científicas que mais publicaram sobre o tema proposto. Os artigos de periódicos totalizaram oito (30% resumidos) e os artigos de Conferências Científicas, 19 manuscritos (70%). Apenas a Sociedade Americana de Educação em Engenharia (ASEE) tem quatro publicações. A IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) tem dois. As demais publicações possuem apenas um artigo cada.

A Figura 4 apresenta o número de publicações por país. No caso de artigos com mais de um autor e estes pertencerem a instituições de ensino de diferentes países, considerou-se a nacionalidade da instituição do primeiro autor. Os Estados Unidos lideraram o número de publicações com nove artigos, seguidos pela Austrália, Áustria, Brasil, Chile, Espanha e França com dois artigos cada. Os demais países publicaram apenas um artigo.

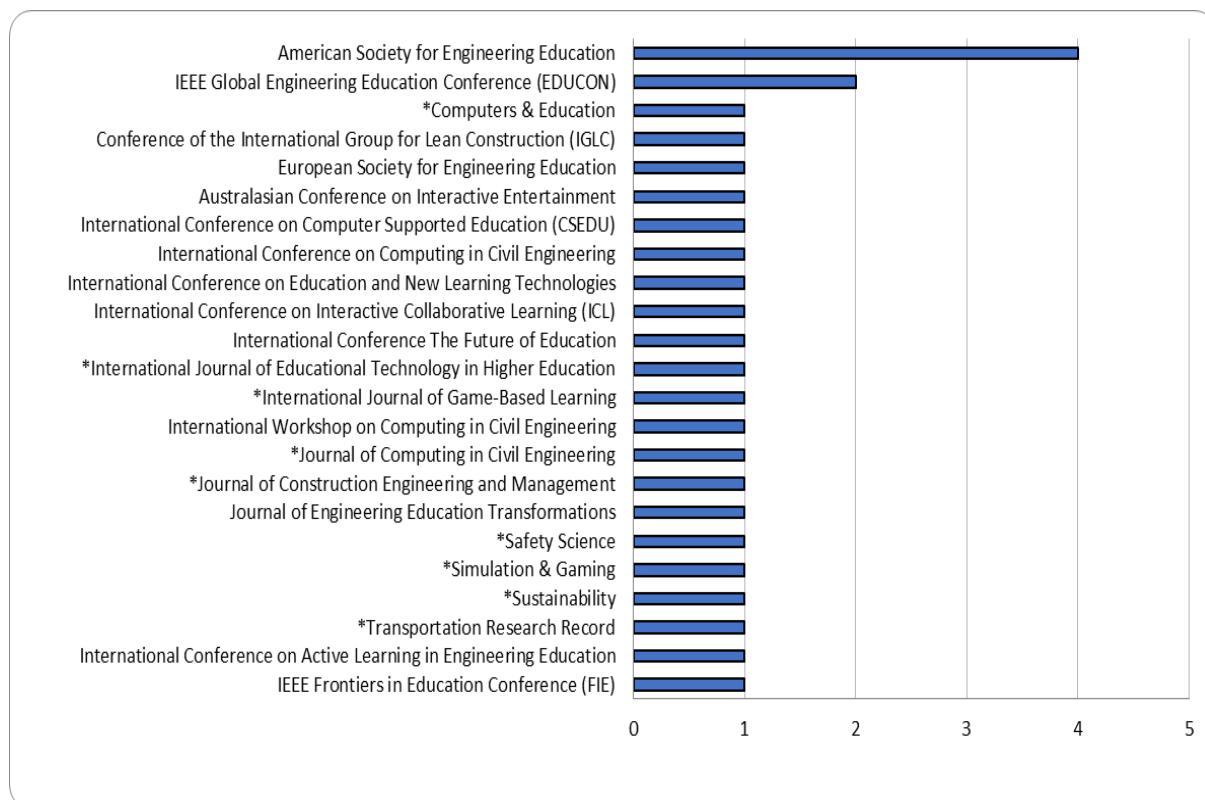


Figura 3. Número de publicações por revista científica ou conferência.



Figura 4. Mapa ilustrativo do número de publicações por país.

As redes bibliométricas da Figura 7 corroboram a percepção de que os manuscritos são relevantes para o tema. Identificamos cinco conjuntos de palavras (clusters) identificadas por cores diferentes e nas quais as palavras-chave aparecem de acordo com o uso médio. O conjunto 1 (azul) concentra-se em estudos relacionados a jogos, projetos e indústria da construção. O conjunto 2 (amarelo) enfoca os jogos de computador e seu uso como ferramenta curricular e educacional. O terceiro conjunto (vermelho) mostra pesquisas de gamificação voltadas para estudantes de engenharia. O conjunto 4 (verde) direciona a aprendizagem baseada em jogos para engenharia civil e gestão da sustentabilidade. Por fim, o grupo 5 (roxo) desenvolve pesquisas combinando jogos para estudantes de engenharia civil, segurança e riscos ocupacionais.

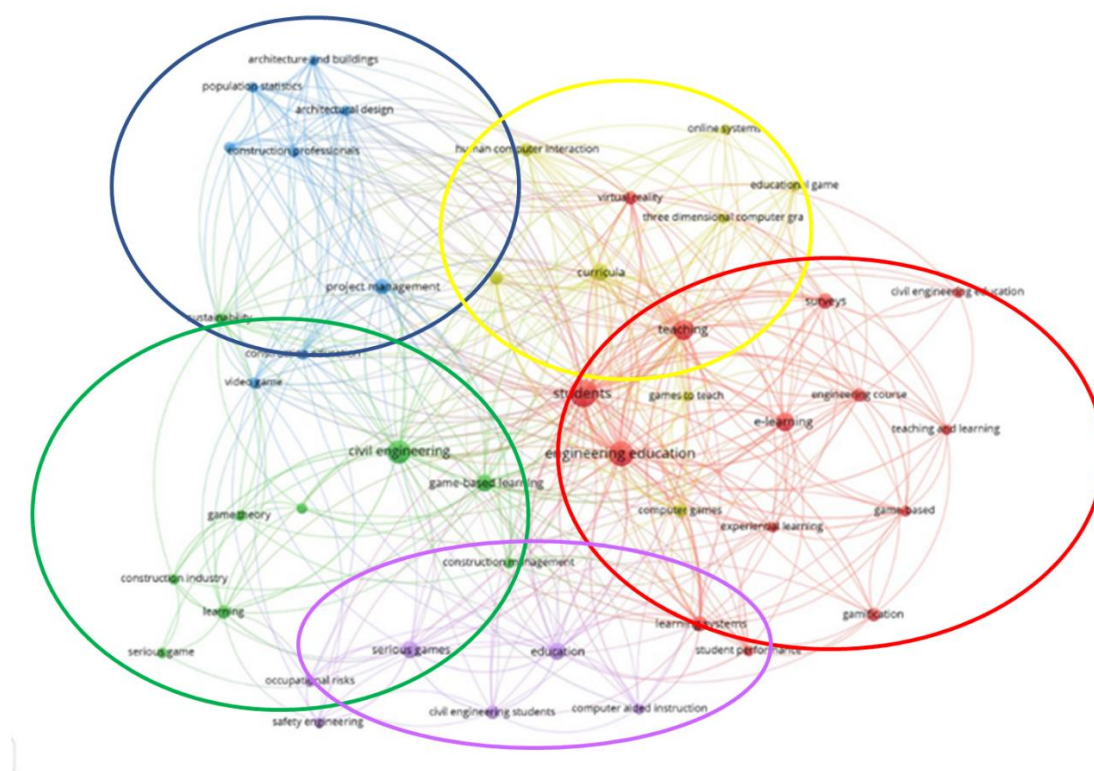


Figura 7. Redes bibliométricas utilizando o software VOSviewer.

3.2 QUESTÃO 2: ANÁLISE DOS ARTIGOS SELECIONADOS

A questão 2 quer compreender como os artigos se organizam para apresentar a experiência de gamificação no ensino de engenharia civil. Além disso, espera saber quais

jogos os autores usam e quais disciplinas ou assuntos são abordados por meio da gamificação.

Os textos completos dos 27 artigos selecionados foram lidos na íntegra para identificar os objetivos de cada estudo e o tipo de jogo aplicado. A Tabela 4 apresenta os autores, ano de publicação, objetivo principal, breve descrição, número de jogos por artigo, nome dos jogos e respectivo assunto.

Tabela 4. Informações sobre publicações resumidas.

N.	Ano	Autor(es)	O objetivo do estudo	Breve descrição do estudo	Quantos jogos?	Nome do jogo	Existe uma descrição do jogo? (S/N)	Assunto abordado
1	2007	Ebner e Holzinger	Busca observar os jogos online e seu potencial para contribuir com a aprendizagem dos alunos no ensino superior.	O jogo é utilizado para perceber o quanto esta ferramenta facilita ou aprofunda os conhecimentos obtidos pelos alunos dos níveis superiores de ensino. O resultado indica uma alta aprovação para "diversão", mantendo o mesmo nível de resultado.	1	Mestre de Força Interna	SIM	Análise estrutural
2	2009	Abourizk <i>et al.</i>	Desenvolvimento de um processo licitatório através de um aplicativo de jogo de simulação.	Os parâmetros de desenvolvimento e operação do jogo usando COstruction SYnthetic Environment (COSYE), um desenvolvedor de módulos, são descritos.	1	Jogo de licitação	SIM	Processo de licitação
3	2010	Liao <i>et al.</i>	O Instituto de Sistemas Inteligentes de Transporte desenvolveu um jogo de simulação para aumentar a recepção da carreira de transporte por meio de jogos.	Use uma plataforma interativa baseada na web com um módulo de simulação de controle de tráfego e um jogo de tráfego. Incorporar conceitos inteligentes de controle e gerenciamento de transporte.	1	Destruidor de engarrafamento	SIM	Engenharia de Tráfego
4	2011	Zechner e Ebner	Avaliar se o aprendizado aprofundado de conhecimentos teóricos complexos de engenharia no ensino superior pode ser melhorado usando jogos.	Descobrir se os jogos online podem colaborar com a aprendizagem de conhecimentos teóricos de engenharia. O resultado indica que o jogo não melhorou o aprendizado, mas melhorou o entretenimento de aprendizado dos alunos.	1	Mestre de Força Interna	SIM	Análise estrutural
5	2012	Dib <i>et al.</i>	Conceituando o que categoriza um jogo sério. Introduzidos os conceitos que o jogo pretende alcançar e as ferramentas e mecânicas para o desenvolvimento do jogo.	Um jogo sério para aprender os princípios de design de edifícios e os conceitos LEED Green. O jogo inclui cinco níveis que se concentram nas categorias ambientais do sistema de classificação LEED para 'Novas Construções e Grandes Reformas'.	1	Jogo 'LEED-ers'	SIM	Sustentabilidade

N.	Ano	Autor(es)	O objetivo do estudo	Breve descrição do estudo	Quantos jogos?	Nome do jogo	Existe uma descrição do jogo? (S/N)	Assunto abordado
6	2012	Greuter <i>et al.</i>	Criação e desenvolvimento de um jogo de simulação para saúde e segurança ocupacional.	Apresenta o ancestral econômico da relação trabalho-acidente na construção civil. Ele descreve como o jogo funciona e como seus elementos ajudam o jogador a perceber falhas de segurança.	1	Anônimo	SIM	Saúde e segurança
7	2014	Dib e Adamo-Vilani	Desenvolvimento de um jogo sério e sua avaliação inicial para aprender princípios e práticas de design de edifícios sustentáveis.	Conceitua as peculiaridades das construções sustentáveis e dos jogos sérios. Apresenta os objetivos e metodologias a serem seguidos no desenvolvimento do jogo e sua aplicação inicial. Concluiu-se que os jogos colaboraram com a educação do aluno.	1	Desafio de Sustentabilidade	SIM	Sustentabilidade
8	2015	Barros <i>et al.</i>	Avaliar os impactos integrados (pontuações e satisfação) das duas dimensões combinadas da abordagem (aprendizagem mista e Gamificação).	Descreve a Análise Numérica como o foco do programa educacional de desenvolvimento de jogos. Introduz e desenvolve o conceito de RPG como uma ferramenta educacional, permitindo que o jogador se veja no papel do personagem. Por fim, apresenta os resultados estatísticos adquiridos com os testes.	1	N-capaz	SIM	Análise numérica
9	2015	Fatahi e Khabbaz	Mostrando como um jogo bem elaborado pode facilitar o ensino de conceitos de mecânica dos solos e melhorar efetivamente o aprendizado dos alunos.	Discute o uso de jogos de computador como ferramenta de aprendizagem para estudantes de engenharia civil.	1	Voltar para Bedrock	SIM	Mecânica dos Solos
10	2016	Perkins <i>et al.</i>	Desenvolvimento de um jogo sobre engenharia sísmica.	Apresenta uma abordagem que visa desenvolver jogos educativos que ensinem os alunos sobre engenharia sísmica e segurança sísmica.	1	Terremoto	NÃO	Engenharia sísmica
11	2017	Shemran <i>et al.</i>	Avaliar a eficácia do uso de jogos de tabuleiro em sala de aula e o envolvimento de alunos de graduação em engenharia cria uma estrutura que qualquer instrutor pode adaptar rapidamente.	Descreve uma estrutura inovadora para envolver melhor os alunos em atividades STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) por meio do design de jogos de tabuleiro.	1	Escolhas de energia	NÃO	Sustentabilidade

N.	Ano	Autor(es)	O objetivo do estudo	Breve descrição do estudo	Quantos jogos?	Nome do jogo	Existe uma descrição do jogo? (S/N)	Assunto abordado
12	2017	Pacheco-Torres <i>et al.</i>	Utilização de ferramentas de gamificação para a implementação e avaliação do respeito ao meio ambiente e sustentabilidade no desenvolvimento do Projeto Final de Ano (FYP).	Apresenta uma abordagem inovadora para a aprendizagem baseada em avaliação, usando ferramentas de gamificação para melhorar o envolvimento dos alunos e a qualidade dos projetos finais em engenharia civil.	1	Projeto-Teca	SIM	Sustentabilidade e
13	2018	Taillandier e Adam.	Desenvolvimento de um jogo de simulação de gerenciamento de risco em uma área inundável.	Destaca a importância de usar jogos sérios para gerenciamento de riscos naturais, educação e outros campos de estudo para melhorar o aprendizado e o envolvimento dos alunos.	1	Sprite	SIM	Gestão de riscos; Geotecnia
14	2018	Gonzalez	O uso de um jogo desenvolvido em torno de um Sistema de Resposta do Aluno, ao qual eles respondem em seus tablets, laptops ou smartphones durante as palestras.	Afirma que, ao transformar o ambiente de ensino tradicional em um ambiente rico em feedback, os educadores podem ajudar os alunos a desenvolverem habilidades de autorregulação, promover a melhoria contínua na aprendizagem e contribuir para o sucesso acadêmico e profissional dos alunos.	1	Sobrevivendo ao Tour de France	SIM	Análise estrutural
15	2019	Herrera <i>et al.</i>	Combinação de uma aula de ensino tradicional e três jogos simples para aprender os princípios da construção <i>lean</i> , analisando o impacto de cada atividade na compreensão de cada princípio <i>lean</i> .	Um estudo explora o impacto da aprendizagem baseada em jogos na compreensão dos princípios da construção <i>lean</i> .	3	Quadrado quebrado, faça uma simulação de carta; Amostragem de trabalho	SIM	Construção Enxuta
16	2019	Lazcano e Vega	O questionário online foi desenvolvido na plataforma <i>Blackboard</i> . Inicialmente, foram gravadas videoaulas curtas que os alunos puderam revisar. Depois de assistir ao vídeo, os alunos podem preencher um questionário online e exercícios disponíveis para se preparar para testes e	Apresenta um estudo sobre a implementação de um novo método de ensino-aprendizagem para disciplinas universitárias de matemática. O método, denominado MATE+, consiste numa abordagem centrada no aluno, com foco no desenvolvimento de competências e motivação necessárias ao sucesso acadêmico e profissional.	1	Mate +	SIM	Cálculo e Álgebra

N.	Ano	Autor(es)	O objetivo do estudo	Breve descrição do estudo	Quantos jogos?	Nome do jogo	Existe uma descrição do jogo? (S/N)	Assunto abordado
			exames online. Premiar os alunos com medalhas.					
17	2019	Din e Gibson Jr.	Medindo o uso de jogos de computador para treinar e educar os alunos em <i>design thinking</i> seguro.	Apresenta um estudo experimental sobre o uso de jogos sérios para ensinar conceitos de prevenção da segurança do trabalho por meio do design.	1	Projeto seguro	SIM	Saúde e segurança
18	2020	Sousa	Aplicação e resultados de três jogos de tabuleiro modernos.	Descreve como os jogos de tabuleiro modernos podem ser modificados e usados como ferramentas de ensino para alunos de graduação em Engenharia Civil.	3	Steam, codinomes e apenas um	SIM	Mobilidade e planejamento urbano
19	2021	Taillandier <i>et al.</i>	Desenvolvimento de um jogo de tabuleiro moderno para gerenciamento de projetos de construção.	Apresenta um jogo de tabuleiro chamado DOMEKO ("Construção" em Esperanto), desenvolvido para ajudar a aprender o gerenciamento de projetos de construção.	1	DOMEKO	SIM	Gerência de projetos
20	2021	Kazar e Comu	Investigar a eficácia de jogos sérios para treinamento de segurança usando métodos empíricos.	Examinou a eficácia de jogos sérios usando vários métodos, como avaliação baseada em funções e recordação. Para isso, realizaram experimentos com 42 estudantes de engenharia.	1	V-SAFE.v2	SIM	Saúde e segurança
21	2021	Patil e Kumbhar	Aplicação de uma das ferramentas de gamificação online numa aula sobre 'Rega e Estruturas Hidráulicas'	Discute como a gamificação pode ser usada para tornar as aulas mais interativas e envolventes e incentivar a colaboração e a competição saudável entre os alunos.	1	Kahoot	SIM	Irrigação e estruturas hidráulicas
22	2021	Biotto <i>et al.</i>	Avaliando a contribuição de um jogo virtual no aprendizado sobre o conceito de variabilidade nos fluxos de trabalho de construção.	Apresenta um estudo sobre o <i>Parade Game</i> , um jogo virtual, como ferramenta de ensino para alunos de escolas públicas no Brasil e no Chile.	1	Jogo de desfile	SIM	Construção Enxuta
23	2021	Bolkas <i>et al.</i>	Uso de realidade virtual para estudantes de Engenharia Civil para aumentar o interesse pelos estudos.	Compara jogos baseados na web e laboratórios de realidade virtual para aprimorar a educação experimental em campos de pesquisa.	2	Topografia e Agrimensura para Engenheiro	SIM	Levantamento topográfico

N.	Ano	Autor(es)	O objetivo do estudo	Breve descrição do estudo	Quantos jogos?	Nome do jogo	Existe uma descrição do jogo? (S/N)	Assunto abordado
						s Civis		
24	2022	Pagán <i>et al.</i>	Aplicação de uma das ferramentas de gamificação online em uma aula "Gestão e Operação Portuária"	Descreve o uso do <i>Kahoot!</i> Plataforma como ferramenta para promover a aprendizagem ativa em um programa de Engenharia Civil, com foco na gestão e operação portuária.	1	Kahoot	SIM	Gestão e Operação Portuária
25	2022	Kazemiroodsari e Folajimi	Desenvolver um jogo sobre Mecânica dos Fluidos e identificar bugs e feedback.	Descreve um jogo de computador projetado para ensinar conceitos de mecânica dos fluidos para estudantes de engenharia.	1	Projeto Flood	SIM	Mecânica dos Fluidos
26	2022	Inoubli e Khedher	Ajudar os graduandos de engenharia a entenderem a análise do ambiente de negócios e suas orientações estratégicas para entender melhor suas carreiras profissionais com base em uma abordagem de aprendizagem entre pares.	Mostra como o uso de jogos sérios e cooperação entre os alunos ajuda a acelerar o processo de aprendizagem, melhorando o modo de operação e as experiências do jogo.	2	Jogo Memoboost e Estratégia World Cafe	SIM	Ambiente de negócios
27	2022	Pérez <i>et al.</i>	Demonstrando os possíveis papéis da aprendizagem baseada em jogos digitais para aprendizagem e confiança no Teste de Penetração de Cone.	A aplicação do ambiente de jogo virtual demonstra como a confiança de um aluno pode ser abalada pela pressão de lidar com o desconhecido e aprender fazendo. Por fim, demonstra que esses pontos positivos precisam ser mais estudados.	1	GeoExplorer	SIM	Geotecnia

A Tabela 4 mostra o desafio dos pesquisadores em encontrar novas alternativas para estimular o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. Em geral, os jogos buscam apresentar experiências de trabalho para futuros engenheiros.

Os autores avaliaram um jogo por artigo, exceto Bolkas *et al.* (2021) e Inoubli e Khedher (2022), que avaliaram dois jogos cada, e Herrera *et al.* (2019) e Sousa (2020) que avaliaram três jogos diferentes cada. Assim, 31 jogos diferentes são apresentados, e apenas dois jogos aparecem mais de uma vez – Internal Force Master (Ebner e Holzinger, 2007; Zechner e Ebner, 2011) e Kahoot (Patil e Kumbhar, 2021; Pagán *et al.*, 2022). A maioria dos autores escreve uma descrição do jogo, exceto dois (Perkins *et al.*, 2016 e Shemran *et al.*, 2017) que não apresentam nenhuma descrição, apenas o nome do jogo.

Os assuntos tratados na gamificação foram diversos, sendo os mais citados a sustentabilidade (4 vezes), a saúde e segurança no trabalho (3 vezes) e a análise estrutural (3 vezes), que podem ser considerados temas recorrentes na engenharia civil.

Outros tópicos, como geotecnia (duas vezes) e construção enxuta (duas vezes), são comuns ao ensino de engenharia. Alguns artigos apresentaram temas inovadores, como engenharia sísmica (1 vez) e gestão e operação de portos (1 vez).

3.3 PERGUNTA 3: ESTRATÉGIAS E ANÁLISE DOS ELEMENTOS DO JOGO

A questão 3 pretende discutir as estratégias de ensino utilizadas durante a experiência e conhecer os elementos de cada jogo aplicado.

A Tabela 5 analisa os jogos apresentados nos artigos: pronto (R) ou em desenvolvimento (ID), tipo de jogo, participação dos alunos, recursos computacionais e elementos do jogo presentes.

Tabela 5. Informações de análise de jogos de publicações resumidas.

N.	Nome do jogo	Análise do jogo				Elementos do jogo - Costa e Marchiori (2015)			
		Pronto (R) ou em desenvolvimento (ID)?	Tipo de jogo	Participação dos alunos	Individual ou em equipe?	Recursos computacionais utilizados	Dinâmica	Mecânica	Componentes
1	Mestre de Força Interna	R	Simulação	Virtual	Sim	PC (computador pessoal)	Narrativa (informações conceituais úteis para o jogo)	Desafios, Vitória	Avatar, Níveis, Pontos, Classificação
2	Jogo de licitação	ID	Simulação	Virtual	Não, apenas uma pontuação	Computador pessoal			
3	Destruidor de engarrafamento	R	Simulação	Virtual	Sim	Computador pessoal	Narrativa	Desafios	Níveis, Pontos, Classificação
4	Mestre de Força Interna	R	Perguntas e respostas	Virtual	Sim	PC e internet		Desafios	Níveis, Pontos, Classificação
5	Jogo 'LEED-ers'	ID	Simulação	Virtual	Sim	Computador pessoal	Narrativa; Restrições	Desafios	Avatar; Missão, Níveis, Pontos
6	Anônimo	ID	Simulação	Virtual	Sim	Computador pessoal	Progressão	Feedback, Recompensas	Níveis
7	Desafio de Sustentabilidade	ID	Simulação	Virtual	Sim	Computador pessoal	Narrativa	Feedback, Desafios; Recompensas	Avatar; Missão, Níveis
8	N-capaz	ID	RPG	No local e virtual	Sim	PC, Internet e plataforma Moodle		Desafios, recompensas	Missão, Níveis
9	Voltar para Bedrock	ID	Simulação	Virtual	Individual	Computador pessoal	Progressão; Restrição	Feedback, Cooperação, Competição, Desafios, recompensas	Gráfico Social, Pontos
10	Terremoto	ID	Tábua	No local	Equipe	Jogo de tabuleiro			
11	Escolhas de energia	ID	Tábua	No local	Não menciona	Desenvolvimento de jogos de tabuleiro baseados em outros jogos		Cooperação	Realizações
12	Projeto-Teca	ID	Simulação	Virtual	Individual	Sistema de		Realimentação	Emblemas /

N.	Nome do jogo	Análise do jogo				Elementos do jogo - Costa e Marchiori (2015)			
		Pronto (R) ou em desenvolvimento (ID)?	Tipo de jogo	Participação dos alunos	Individual ou em equipe?	Recursos computacionais utilizados	Dinâmica	Mecânica	Componentes
						banco de dados para PC			Medalhas (Emblemas e Insígnias Especiais)
13	Sprite	ID	Simulação	Virtual	Individual	Computador pessoal	Progressão; Restrição	Aquisição de Recursos, Feedback, Desafios, Transações, Vitória	Bens Virtuais, Conquistas, Missão, Pontos, Equipes
14	Sobrevivendo ao Tour de France	ID	Perguntas e Respostas / Simulação	Virtual	Individual	Jogo para tablets / PC / Smartphones		Feedback, Chance	Avatar, Gráfico Social (Projeção Durante a Aula), Missão, Equipes
15	Quadrado quebrado, faça uma simulação de carta; Amostragem de trabalho	R	Placa/Simulação/Amostragem em	No local	Sim	Jogo de tabuleiro		Feedback, Chance	Avatar, Bens Virtuais, Níveis, Equipes
16	Mate+	ID	Perguntas e respostas	Virtual	Sim	Banco de dados online		Chance, Desafio, Recompensa	Medalhas
17	Projeto seguro	ID	Simulação	Virtual	Sim	PC / Jogo de tabuleiro	Progressão, Restrição	Feedback, Chance	Conquistas, Níveis, Pontos
18	Vapor, Codinomes e Apenas Um	R	Tábua	No local	Sim	Jogo de tabuleiro		Cooperação, Competição, Desafios, Vitória	Conquistas, Pontos, Equipes
19	DOMEGO	ID	Tábua	No local	Individual	Jogo de tabuleiro	Progressão, Relacionamento	Aquisição de Recursos, Cooperação e Competição, Desafios, Transação, Vitória	Avatar (Cor por Função), Bens Virtuais, Conquistas, Missões, Níveis
20	V-SAFE.v2	R	Simulação	Virtual	Não, pontuação simples	Computador pessoal		Realimentação	Pontos
21	Kahoot	R	Perguntas e respostas	Virtual	Não, pontuação	Plataforma de gamificação		Realimentação Vitória	Pontos, Classificação

N.	Nome do jogo	Análise do jogo				Elementos do jogo - Costa e Marchiori (2015)			
		Pronto (R) ou em desenvolvimento (ID)?	Tipo de jogo	Participação dos alunos	Individual ou em equipe? simples	Recursos computacionais utilizados online para PC ou smartphone	Dinâmica	Mecânica	Componentes
22	Jogo de desfile	R	Simulação	Uso do computador no local	Equipe	Computador pessoal		Cooperação (Comitê de Discussão em cada Fase)	Níveis, Classificação, Equipes
23	Topografia e Topografia para Engenheiros Cívicos	R	Simulação	No local e virtual	Individual	Computador pessoal	Restrições (alarme para ação inadequada)	Feedback, Chance, Desafios	Avatar, Missão
24	Kahoot	R	Perguntas e respostas	Virtual	Individual e Equipe	Plataforma de gamificação online para PC ou smartphone	-	Feedback, Vitória	Pontos, Classificação
25	Projeto Flood	ID	Simulação	Virtual	Individual	Computador pessoal	Progressão	Desafio, Turnos (Fases), Vitória	Conquista, Missão, Níveis
26	Jogo Memoboost; Estratégia do World Cafe	R	Tábua	No local	Equipe	Jogo de tabuleiro	Relações	Cooperação, competição, vitória.	Pontos, Equipes
27	GeoExplorer	R	Simulação	Virtual	Equipe	Computador pessoal	Progressão	Feedback, Cooperação, Competição, Desafios, Recompensas	Bens Virtuais, Missão, Ranking

Dentre os artigos extraídos, o desenvolvimento de jogos específicos para uso em engenharia e construção (16) ainda é um tema relevante e acalorado para uso em novos estudos. A partir de 2021, destaca-se a aplicação de jogos existentes voltados ou adaptados para o ensino de Engenharia (11). Houve recorrência de jogos digitais realizados em computadores e/ou smartphones e online (21, 78% do total).

O uso de jogos de simulação foi a estratégia de aprendizagem mais recorrente, equivalente a 60% dos jogos estudados, e pode ser entendido como uma tendência para atender às necessidades de experiências práticas relacionadas à Engenharia Civil. Em menor grau, existem jogos de tabuleiro (6) e perguntas e respostas (5). Os jogos de tabuleiro são presenciais e representam 22% das pesquisas. A maioria dos jogos é para uso individual dos alunos, cerca de 22 artigos e cinco artigos apresentam jogos que podem ser jogados em equipes.

Dentre as dinâmicas, as mais utilizadas foram restrições ou narrativas, em 5 jogos cada. Quanto à mecânica, é dada ênfase ao uso de desafios (11) e avaliação de feedback (12) nos jogos analisados acima. Os componentes mais utilizados foram níveis (12) e pontos (12). O ranking também foi observado em cerca de sete jogos, 25% dos artigos. Como mencionado anteriormente, nem todos os artigos apresentam os jogos, o que dificulta sua análise.

O RPG executa tarefas por meio de um personagem fictício. Dib e Adamo-Villani (2014) criaram o jogo Desafio de Sustentabilidade para ensinar aos alunos os princípios e práticas de sustentabilidade na construção. O protagonista do jogo viaja por seis níveis e, com base em sua localização geográfica, precisa de diferentes desafios de sustentabilidade para serem resolvidos (Dib e Adamo-Villani, 2014).

Pacheco-Torres *et al.* (2017) apresentam o desenvolvimento do Sprite, um jogo de simulação para computadores sobre sustentabilidade. O jogo engloba vários elementos e avalia as técnicas e conhecimentos dos participantes, gerando uma pontuação e premiando os melhores. Os graduandos concorreram ao prêmio por meio de uma pontuação que abrange diferentes atividades, como o desenvolvimento de um projeto sustentável, participação em eventos e conferências, participação em cursos online, elaboração de um projeto de baixo impacto ambiental, uso de materiais sustentáveis e reciclados e conclusão das etapas do projeto.

Tailandier *et al.* (2021) tratam do desenvolvimento de um jogo de tabuleiro moderno (DOMEGO) para gerenciamento de projetos de construção. O jogo de tabuleiro de gerenciamento de recursos pode ter de 2 a 6 jogadores, e cada jogador incorpora uma das

partes interessadas do projeto de construção. Todas as partes interessadas compartilham o objetivo geral de garantir o sucesso do projeto: minimizar custos e duração e maximizar a qualidade do produto final. Individualmente, devem assegurar a sustentabilidade da sua atividade através do cumprimento dos seus objetivos (obtenção de lucros e garantia da sua reputação)

Alguns jogos usam menos elementos, como o Kahoot! que é uma plataforma virtual de perguntas e respostas, sem elementos dinâmicos, apenas feedback de avaliação, vitória, pontos e classificação (Patil e Kumbhar, 2021; Pagan *et al.*, 2022).

Sousa (2020) avaliou o uso de três jogos para auxiliar na absorção de conteúdos de palestras: Steam, Codenames e Just On, com alunos de graduação e mestrado. No Steam, os jogadores competem para otimizar o transporte de carga entre cidades, construir infraestrutura ferroviária e melhorar o alcance de suas máquinas. Em Codenames, duas equipes tentam adivinhar palavras em uma grade. Em cada equipe, um jogador dá uma pista e um número, permitindo que o parceiro adivinhe as palavras corretas. Em Just One, um jogador tenta adivinhar uma palavra a cada rodada lendo as pistas que outros jogadores escreveram. No geral, os alunos gostaram dos jogos e entenderam sua importância para aprender e simular problemas da vida real.

Os diferentes elementos componentes garantem mais diversão e atratividade no jogo, promovendo a competição entre os jogadores.

3.4 QUESTÃO 4: ANÁLISE DA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA GAMIFICAÇÃO

A questão 4 indaga sobre as etapas de desenvolvimento do jogo em sala de aula e como os autores avaliaram o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

A Tabela 6 apresenta um levantamento das estratégias de avaliação da aprendizagem por meio de jogos, seguindo o método proposto por Carvalho (2012) e outras estratégias.

Tabela 6. Informações sobre estratégias de avaliação da aprendizagem.

N.	Estratégias de avaliação da aprendizagem por Gamificação – com base em Carvalho (2012)							Avaliação comparativa		
	Entrevista	Pré-teste (conhecimento 1)	Questionário de motivação	Pós-teste (conhecimento 2)	Questionário de satisfação	Tempo entre o pré e o pós-teste	Questionário com professor	Grupo Controle	Aulas anteriores	Outras estratégias
1	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	Dois meses	NÃO	SIM	SIM	Um grupo de não-alunos jogou o jogo
2	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
3	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	Os alunos foram divididos em três grupos, cada um com dois níveis do jogo.
4	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
5	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
6	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
7	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
8	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM, 25 aulas	NÃO
9	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	Seis semanas	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
10	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
11	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
12	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
13	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	Um mês	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
14	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
15	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
16	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
17	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	Não houve questionário, mas houve feedback	NÃO	NÃO	NÃO
18	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	Não. Houve a participação dos professores, mas não houve questionário.	NÃO	NÃO	NÃO
19	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	Não. Houve a participação dos	NÃO	NÃO	NÃO

N.	Estratégias de avaliação da aprendizagem por Gamificação – com base em Carvalho (2012)							Avaliação comparativa		
	Entrevista	Pré-teste (conhecimento 1)	Questionário de motivação	Pós-teste (conhecimento 2)	Questionário de satisfação	Tempo entre o pré e o pós-teste	Questionário com professor	Grupo Controle	Aulas anteriores	Outras estratégias
							professores, mas não houve questionário.			
20	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	Duas semanas	NÃO	NÃO	NÃO, outros jogos	Comparação estatística
21	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
22	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
23	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
24	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
25	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
26	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
27	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
TOTAL	2	12	3	19	11	-	2	5	5	3

De acordo com a Tabela 6, as diferentes estratégias de avaliação da aprendizagem baseada em jogos propostas por Carvalho (2012) foram utilizadas em vários estudos. No entanto, apenas um artigo - número 18 (Sousa, 2020) utilizou os quatro instrumentos para os alunos simultaneamente. Apenas 3 autores utilizaram o questionário de motivação e o questionário de satisfação para 11. Observou a tendência de aplicação de pós-testes em comparação com pré-testes; houve 19 pós-testes e apenas 12 pré-testes. Apenas Perkins et al. (2016) e Pérez et al. (2022), entre esses artigos selecionados, preencheram um questionário com o professor do assunto. Quanto a outras estratégias adequadas, 5 estudos utilizaram grupos controle e 5 em comparação com grupos anteriores. Outras estratégias estão relacionadas à comparação dos resultados de um grupo de não alunos, dividindo a mesma turma em três grupos diferentes e usando a comparação estatística entre diferentes turmas. Verificou-se que 12 artigos utilizaram simultaneamente o pré e pós-teste de conhecimento, e todos perceberam melhora no aprendizado após o uso do jogo.

Quatro autores apresentam dados sobre o intervalo de tempo entre as duas aplicações de teste. No entanto, não houve padronização nos gaps, que variaram de duas semanas a dois meses. Não foi observada uma explicação para essas opções.

Alguns autores apresentam os resultados referentes à avaliação do conhecimento de aprendizagem após o uso do jogo. Biotto *et al.* (2021) utilizaram um jogo de simulação adaptado para o ambiente virtual, e os resultados mostraram um aumento de 20% na assertividade das respostas pós-jogo em comparação com o teste pré-jogo. Dib e Adamo-Villani (2014) demonstraram um aumento no conhecimento declarativo dos alunos em 22% e no conhecimento processual em 37% com a Gamificação. González (2018) aplicou a gamificação em duas turmas, e a satisfação dos alunos e o desempenho da pontuação foram significativamente melhorados. De acordo com a análise desses autores, a aplicação da gamificação trouxe ganhos significativos na aquisição de conhecimento do assunto abordado.

Por meio da pesquisa, não foi observada uma padronização dos instrumentos de avaliação da aprendizagem do aluno, sendo fundamental o desenvolvimento de pesquisas que proponham essa reflexão. Os estudos sobre aprendizagem de gamificação ainda são recentes, mas promissores e precisam ser ampliados para complementar o currículo e o perfil profissional dos estudantes de Engenharia Civil.

4 CONCLUSÃO DA RSL

Diferentes autores em todo o mundo têm aplicado e defendido ferramentas de gamificação no ensino de Engenharia Civil. A busca nas bases de dados mais relevantes para a área de Engenharia Civil tem mostrado o interesse da comunidade acadêmica e de

publicações sobre o tema desde 2007. Devido às atividades remotas obrigatórias, a realidade decorrente da pandemia de COVID-19 pode ter influenciado a tendência de aumento do interesse pelo tema gamificação em 2021. No entanto, houve uma ligeira redução nas publicações sobre o tema em 2022 (quatro publicações), mas pode-se supor que o tema tende a permanecer relevante.

O desenvolvimento de novos jogos especificamente para uso em diferentes disciplinas da Engenharia Civil era uma tendência até 2018. No entanto, a partir de 2018, houve uma recorrência mais significativa de publicações utilizando jogos existentes direcionados. Além disso, possibilitou direcionar a pesquisa e desvendar os objetivos e o escopo de cada artigo, buscando conhecer as técnicas e jogos utilizados. A principal tendência identificada é a aplicação recorrente de jogos de simulação com realidade virtual para o ensino de Engenharia Civil, visando relacionar prática e teoria.

Vários estudos utilizaram técnicas comparativas para avaliar o experimento, seja comparando com turmas anteriores e não gamificadas (grupo controle) ou avaliando o grupo comparativamente antes e depois de vivenciar o experimento. No entanto, percebeu-se que a maioria dos artigos não utilizou uma estratégia eficaz de avaliação da aprendizagem, sendo fundamental propor um método consolidado como o de Carvalho (2012) para novas avaliações da Gamificação. Esses questionários e testes permitem uma avaliação quantitativa de dados relacionados à eficiência da aprendizagem gamificada.

O desempenho acadêmico apresentou melhores resultados com o uso do ensino gamificado e maior satisfação dos alunos. Além disso, foram observados melhores resultados sobre escores e absorção de conteúdo, indicando um método com grande potencial para agilizar e melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Observou-se, no entanto, que os jogos didáticos geralmente não exploram a diversidade de elementos que poderiam aumentar o interesse e a motivação dos alunos.

Fica claro, portanto, que o uso de diferentes tipos de gamificações no ensino de Engenharia Civil já existe, como mencionado anteriormente nas descrições dos artigos, mas ainda é recente. Pode ter uma maior variedade de pesquisas para criação ou adaptação de jogos, uma vez que os temas dos jogos de Engenharia são promissores e precisam ser ampliados para complementar o currículo e o perfil profissional dos Engenheiros Civis.

Os estudos visam principalmente promover e inserir a Gamificação para aumentar o envolvimento e o interesse dos participantes no assunto trabalhado e, consequentemente, sua compreensão. No entanto, vale ressaltar uma dificuldade específica na avaliação dos artigos, considerando que alguns artigos não apresentam detalhes dos jogos, nem da metodologia de avaliação utilizada, dificultando a identificação dos elementos dos jogos e sua relação com os resultados.

5 REFERÊNCIAS DA RSL

- Abourizk, S.M., Hague, S. and Moghani, E. (2009). Developing a bidding game using high level architecture. *Proceedings of International Workshop on Computing in Civil Engineering*, Austin, p.513-522. [https://doi.org/10.1061/41052\(346\)51](https://doi.org/10.1061/41052(346)51)
- Ahmad, M. (2019). Categorizing Game Design Elements into Educational Game Design Fundamentals. In: Deliyannis, I. (editor). *Game Design and Intelligent Interaction*, IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89971>
- Alanne, K. (2015). An overview of game-based learning in building services engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 41(2), p.204-219. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056097>
- Alberti, M. G., Bazán, A.M., González-Rodrigo, B. and Feijoo, J.C.M. (2019). Gamification and question-driven learning aided with immediate response systems. Some experiences from civil engineering students. *Proceedings of 12th International Conference of Education, Research and Innovation*, Seville, p.6315. <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.1523>
- Alhammad, M. M. and Moreno, A.M. (2018). Gamification in software engineering education: a systematic mapping. *Journal of Systems and Software*, 141, p.131-150. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.065>
- Almeida, F. and Simões, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the Education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), p.120-136. <https://doi.org/10.30935/cet.554469>
- Barros, M., Moura, A., Borgman, L. and Terton, U. (2015). Blended learning in multi-disciplinary classrooms - experiments in a lecture about numerical analysis. *Proceedings of 7th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, Lisboa, p.196-204. <https://doi.org/10.5220/0005409001960204>
- Beh, H. J., Rashidi, A., Talei, A. and Lee, Y.S. (2022). Developing engineering students' capabilities through game-based virtual reality technology for building utility inspection. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(7), p.2854-2877. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0174>
- Bhatnagar, S., Jacob, G., Devkar, G., Rybkowski, Z.K., Arefazar, Y. and Obulam, R. (2022). A systematic review of lean simulation games in the construction industry, *Architectural Engineering and Design Management*, <https://doi.org/10.1080/17452007.2022.2155604>
- Biotto, C.N., Herrera, R.F., Salazar, L.A., Pérez, C.T., Luna, R.M., Rodigheri, P.M. and Serra, S.M.B. (2021). Virtual Parade Game for lean teaching and learning in students from Brazil and Chile. *Proceedings of 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29)*, Lima, p.340–349. <https://doi.org/10.24928/2021/0203>
- Bolkas, D., Jadidi, M. A., Chiampi, J. and Usman, M. (2021). Web-based Game vs. Virtual Reality Field Surveying Labs Towards Enhancing Experiential Education. *Proceedings of American Society for Engineering Education (ASEE)*. <https://peer.asee.org/38037>
- Carrillo, C. and Flores, M.A. (2020). COVID-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices, *European Journal of Teacher Education*, 43(4), p.466-487. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1821184>
- Carvalho, C.V. (2012). Is game-based learning suitable for engineering education? *Proceedings of IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Marrakech. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2012.6201140>

- Çeker, E. and Özdamli, F. (2017). What "Gamification" is and what it's not. *European Journal of Contemporary Education*, 6(2), p.221-228. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1146137>
- Centre for Teaching Excellence (2020). *Gamification and Game-Based Learning*. <https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/teaching-resources/teaching-tips/educational-technologies/all/gamification-and-game-based-learning>
- Clark, R., Spisso, A., Ketchman, K.J., Landis, A.E., Parrish, K., Mohammadizazi, R., and Bilec, M.M. (2021). Gamifying sustainable engineering courses: student and instructor perspectives of community, engagement, learning, and retention. *Journal of Civil Engineering Education*, 147(4), p.04021009. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)ei.2643-9115.0000047](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)ei.2643-9115.0000047)
- Costa, A.C.S. and Marchiori, P.Z. (2015). Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. *INCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 6(2), p.44-65. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v6i2p44-65>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *Proceedings of International Academic Mindtrek Conference*, New York, p.9-15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dib, H., Adamo-Villani, N. and Niforooshan, R. (2012). A serious game for learning sustainable design and LEED concepts. *Proceedings of Computing In Civil Engineering*, Clearwater. <https://doi.org/10.1061/9780784412343.0018>
- Dib, H. and Adamo-Villani, N. (2014). Serious sustainability challenge game to promote teaching and learning of building sustainability. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 28(5), p.1-11. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000357](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000357)
- Din, Z. and Gibson, G. E. (2019). Serious games for learning prevention through design concepts: an experimental study. *Safety Science*, 115, p.176-187. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.02.005>
- Dinis, F.M., Guimarães, A.S., Carvalho, B.R. and Martins, J.P.P. (2017). Virtual and augmented reality game-based applications to civil engineering education. *Proceedings of Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens. p.1683-1688. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943075>
- Ebner, M. and Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: an example from civil engineering. *Computers & Education*, 49(3), p.873-890. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.026>
- Fabbri, S., Silva, C., Hernandes, C., Otaviano, F., Di Thommazo, A. and Belgamo, A. (2016). Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. *Proceedings of 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, ACM Press, p.1-5. <https://doi.org/10.1145/2915970.2916013>
- Fatahi, B. and Khabbaz, H. (2015). Research-based computer games to train civil engineering students to be lifelong learners. *Proceedings of 43rd SEFI Annual Conference*, Orléans, 8p. <https://www.sefi.be/wp-content/uploads/2017/09/56389.B.FATAHI.pdf>
- Freire, A.S., Souza, L.S., Ely, D.M. and Jungles, A.E. (2015). Use of Delphi Method in obtaining requirements for the game structural masonry. *Proceedings of 27th European Modeling and Simulation Symposium*, Bergeggi. p.334-339. http://www.msc-les.org/proceedings/emss/2015/EMSS2015_334.pdf
- Gamarra, M., Dominguez, A., Velazquez, J. and Páez, H. (2021). A gamification strategy in engineering education: a case study on motivation and engagement. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(2), p.472-482. <https://doi.org/10.1002/cae.22466>

- Gao, F., Li, L., Sun, Y. (2020). A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Education Technology Research and Development*, 68, p.1791–1827 <https://doi-org.ez31.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11423-020-09787-0>
- Giannakas, F., Kambourakis, G., Papasalouros, A., Gritzalis, S. (2018). A critical review of 13 years of mobile game-based learning. *Education Technology Research and Development*, 66, p.341–384. <https://doi-org.ez31.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11423-017-9552-z>
- González, A. (2018). Turning a traditional teaching setting into a feedback-rich environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), p.1-21. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0114-1>
- Greuter, S. et al. (2012). Designing a game for occupational health and safety in the construction industry. *Proceedings of 8th ACM International Conference*, Auckland, p.1-8. <https://doi.org/10.1145/2336727.2336740>
- Herrera, R. F., Sanz, M. A., Montalbán-Domingo, L., García-Segura, T. and Pellicer, E. (2019). Impact of game-based learning on understanding lean construction principles. *Sustainability*, 11(19), p.5294-5309. <https://doi.org/10.3390/su11195294>
- Hunicke, R., Leblanc, M. and Zubek, R. (2004). MDA: a formal approach to game design and game research. *Proceedings of Workshop on Challenges in Game AI*, p.1-5. <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>
- Inoubli, A.K. and Khedher, D.M.B. (2022). Serious games in management to support the active construction of knowledge in engineering studies. *Proceedings of 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Tunis, p.628-633, <https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766664>
- Jääskä, E., Aaltonen, K. and Kujala, J. (2021). Game-based learning in project sustainability management education. *Sustainability*, 13(15), p.8204. <https://doi.org/10.3390/su13158204>
- Kazar, G. and Comu, S. (2021). Effectiveness of serious games for safety training: a mixed method study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(8). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002119](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002119)
- Kazemiroodsari, H. and Folajimi, Y. (2022). Video Game to Teach Fluid Mechanics (Work in Progress). *Proceedings of ASEE 2022 Annual Conference Excellence Through Diversity*. ID#37750. <https://peer.asee.org/video-game-to-teach-fluid-mechanics-work-in-progress.pdf>
- Kim, B. (2015). Designing Gamification in the right way. Chapter 5. *Understanding Gamification, Library Technology Reports*, 51(2), p.29-35. <https://journals.ala.org/index.php/ltr/issue/view/Issue/502/252>
- Laamarti, F., Eid, M. and Saddik, A. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, n. 358152, p.1-15. <https://doi.org/10.1155/2014/358152>
- Lazcano, V. and Vega, M. (2019). Innovations in teaching-learning methods applied to math courses of new university students (MATE plus). *Proceedings of 9th International Conference the Future of Education*, Florence, 2019. https://conference.pixel-online.net/FOE/acceptedabstracts_scheda.php?id_abs=4084
- Ledesma, E.F., Esquinas, A.R., Lunar, A.L., Fernández, J.M. and Jiménez, J.R. (2018). Motivation of students through the gamification technique in the subject of theory of structures. *Proceedings of 12th International Technology, Education and Development Conference*, Valencia, p. 9202-9208. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.2255>

- Liao, C.F., Glick, D. B., Haag, S. and Baas, G. (2010). Development and deployment of traffic control game. *Transportation Research Record*, 2199(1), p.28-36. <https://doi.org/10.3141/2199-04>
- Liu, Z., Moon, J., Kim, B., Dai, C.P. (2020). Integrating adaptivity in educational games: a combined bibliometric analysis and meta-analysis review. *Education Technology Research and Development*, 68, p.1931–1959 <https://doi-org.ez31.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11423-020-09791-4>
- Mcgonigal, J. (2011). *Reality is broken: why games make us better and how they can change the world*. London: Penguin Press.
- Miller, G.A., Dawood, N.N. and Kassem, M. (2012). Building an emergent learning environment for construction health and safety by merging serious games and 4D planning. *Proceedings of International Conference on Computing in Civil Engineering*, Clearwater. <https://doi.org/10.1061/9780784412343.0017>
- Moraes, E.B., Kipper, L.M., Hackenhaar Kellermann, A.C., Austria, L., Leivas, P., Moraes, J.A.R. and Witczak, M. (2023). Integration of Industry 4.0 technologies with Education 4.0: advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 20(2), p.271-287. <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2021-0201>
- Özden, Ş.Y., Hamutoğlu, N.B., Kiyıcı, M., Bozkurt, A. (2023). Investigation of research trends in educational technologies based on scientometric method (1965–2020): a cross-comparative study between publications from the world and the UK. *Education Technology Research and Development*. <https://doi-org.ez31.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11423-023-10224-1>
- Pacheco-Torres, R., Escolano, F., Sánchez, R. and Cerro-Prada, E. (2017). Evaluation based learning applied to final year degree project in civil engineering - use of gamification tools. *Proceedings of 9th International Conference On Education And New Learning Technologies*, Barcelona, p.10197-10203. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.0930>
- Pagán, J.I., Ortiz, P. and López, I. (2022). The use of Kahoot! to promote active learning in port management and operation subject in Civil Engineering degree. *Proceedings of International Conference on Active Learning in Engineering Education*, Alicante, p.16-21. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6923810>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... and Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ Research Methods and Reporting*, 372(8284), p.1-9. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Patil, Y.M. and Kumbhar, P. (2021). Learning by Gamification: an effective active learning tool in engineering education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 34, p.447-453. <https://dx.doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i0/157194>
- Pérez, R.F., Chung, S., Zastavker, Y.V., Bennett, V., Abdoun, T. and Hartevelde, C. (2022). How can game-based learning affect engineering students' confidence? *Proceedings of Frontiers in Education Conference (FIE)*, Uppsala, p.1-5. <https://dx.doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962463>
- Perkins, A.C., Fry, G.T. and Stuessy, C.L. (2016). An Earthquake Engineering Education research methodology for game-based learning. *Proceedings of 123rd Annual Conference and Exposition*, New Orleans. ID#14972, 29p. <https://peer.asee.org/an-earthquake-engineering-education-research-methodology-for-game-based-learning.pdf>
- Reyes, E. and Gálvez, J. C. (2011) Introduction of innovations into the traditional lecturing of construction and building materials. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(1), p.28-37. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000033](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000033)

- Reyes, E., Gálvez, J.C. and Enfedaque, A. (2021). Learning Course: application of Gamification in teaching construction and building materials subjects. *Education Sciences*, 11(6), p.287. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1300954>
- Salen, K. and Zimmerman, E.(2004). *Rules of play: game design fundamentals*. London: MIT Press Cambridge.
- Shemran, R.P., Clark, R.M., Bilec, M.M., Landis, A.E. and Parrish, K. (2017). Developing a framework to better engage students in STEM via game design: findings from year 1. *Proceedings of 124th Annual Conference and Exposition*, Colombo. <https://doi.org/10.18260/1-2--27702>
- Shvaikina, N. (2020). Web quest technology in teaching foreign languages in a technical university. *Proceedings of International Forum on Teacher Education*, Kazan, 3, p.2367-2374. <https://doi.org/10.3897/ap.2.e2367>
- Singh, C.K.S. et al. (2021). A review of data analysis for gamification: challenges, motivations, recommendations and methodological aspects. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(3), p 928-960. <https://turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/download/828/618>
- Soares, A.N., Gazzinelli, M.F., Souza, V. and Araújo, L.H.L. (2015). The Role Playing Game (RPG) as a pedagogical strategy in the training of the nurse: an experience report on the creation of a game. *Texto & Contexto Enfermagem*, 24(2), p.600-608. <https://doi.org/10.1590/0104-07072015001072014>
- Sousa, M. (2020). Modern serious board games: modding games to teach and train civil engineering students. *Proceedings of IEEE Global Engineering Education Conference*, Porto, p.197-201. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125261>
- Taillandier, F. and Adam, C. (2018). Games ready to use: a serious game for teaching natural risk management. *Simulation & Gaming*, 49(4), p.441-470. <https://doi.org/10.1177/1046878118770217>
- Taillandier, F., Micolier, A., Sauce, G. and Chaplain, M. (2021). DOMEKO: a board game for learning how to manage a construction project. *International Journal of Game-Based Learning*, 11(2), p.20-37. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2021040102>
- Tranfield, D., Denyer, D. and Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), p.207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Van Eck, N.J. and Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84, p.523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Zechner, J. and Ebner, M. (2011). Playing a game in civil engineering: the internal force master for structural analysis. *Proceedings of 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning*, Piestany, p.417-422. <https://doi.org/10.1109/ICL.2011.6059618>

APÊNDICE B – TESTE DE CONHECIMENTO 1

ANTES DA GAMIFICAÇÃO



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

1 – Fonte: Ano: 2021 Banca: IDECAN Órgão: PEFOCE Prova: IDECAN - 2021 - PEFOCE - Perito Criminal - Engenharia Civil - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/dad20403-0c>

Quanto à Ergonomia, para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar:

- a) o treinamento dos trabalhadores.
- b) o exame médico completo.
- c) a comunicação ao Ministério do Trabalho do dano físico sofrido pelo trabalhador.
- d) o fornecimento de equipamento de proteção individual.
- e) a análise ergonômica do trabalho.**

2 – Fonte: Autoria Própria.

A correta luminosidade de um ambiente é essencial para evitar acidentes de trabalho bem como doenças ocupacionais. Avalie a afirmação em verdadeiro ou falso.

Independentes das atividades realizadas, é possível definir os pontos de avaliação, descrevendo os ambientes, incluindo o tipo de iluminação utilizado.

Verdadeiro

Falso

3 – Fonte: Autoria própria

Em relação às principais perturbações causadas ao organismo decorrentes do choque elétrico, é correto afirmar que:

- a) As câimbras são as menos perigosas, mas podem gerar outros problemas de maior gravidade.**
- b) As queimaduras não são pertinentes ao caso de choque.
- c) A fibrilação corresponde ao enrijecimento muscular que, em alguns casos, pode impedir que o trabalhador solte o elemento de tensão.
- d) A tetanização ocorre quanto as fibras musculares do coração perdem o seu sincronismo normal.
- e) O risco da parada respiratória independe da sua duração.

4 – Fonte: Ano: 2008 Banca: Centro de Seleção e de Promoção de Eventos UnB - CESPE CEBRASPE - Prova: CESPE/CEBRASPE - TCE AC - Analista de Controle Externo - Área Engenharia Civil – 2008 - <https://questoes.grancursosonline.com.br/questoes-de-concursos/engenharia-civil/868606>

Medidas de controle e sistemas preventivos de segurança são aspectos importantes a serem considerados nas atividades relacionadas à indústria da construção civil. Esses cuidados devem-se iniciar no planejamento da obra, seguindo ao longo de toda sua execução. Acerca desse assunto, assinale a opção correta.

- a) **Instalações móveis, do tipo contêineres, serão aceitas em áreas de vivência de canteiro de obras e frentes de trabalho, desde que atendam condições relacionadas ao conforto e à higiene do trabalhador.**
- b) A localização do vestiário deve ser próxima aos alojamentos e(ou) à entrada da obra, com ligação direta com o local destinado às refeições.
- c) Os materiais retirados de escavação devem ser depositados imediatamente após a borda do talude, para evitar movimentação excessiva de terra.
- d) Nas operações de corte de madeira com serra circular, o uso de luva metálica isenta o trabalhador de utilizar dispositivo empurrador.
- e) As escadas de uso coletivo, rampas e passarelas para a circulação de pessoas e materiais, desde que de uso provisório, prescindem de corrimão e rodapé.

5 – Fonte: Ano: 2015 Banca: BIO-RIO Órgão: IF-RJ Prova: BIO-RIO - 2015 - IF-RJ - Engenheiro Civil - https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes?discipline_ids%5B%5D=171&page=68&subject_ids%5B%5D=21576

Em segurança do trabalho, existem equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC). A seguinte alternativa indica apenas equipamentos de proteção individual:

- a) **capacete, luva e óculos de proteção.**
- b) para-raios, capacete e bota.
- c) óculos de proteção, sensores de presença e luva.
- d) bota, luva e sinalização de segurança.
- e) para-raios, sensores de presença e capacete.

6 – Fonte: Autoria própria.

Avalie as afirmativas:

I - A empresa responsável pela obra é obrigada a fornecer os equipamentos de proteção individual.

II - Todo trabalho em altura deve ser precedido de análise de risco.

III - O empregado é responsável por avaliar seu estado de saúde quando exerce atividades em altura, inclusive a realização de exames médicos periódicos.

A partir das informações acima, assinale a alternativa CORRETA:

- a) **I e II**
- b) II e III

- c) I e III
- d) Todas estão corretas
- e) Todas estão incorretas

7 - Fonte: *Autoria própria. Material do* <http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artigos/rcimento.pdf>

Quanto aos riscos no manuseio dos materiais para produção de concreto, avalie as alternativas e assinale a correta.

- a) O manuseio de argamassa e outros produtos de cimento causam apenas problemas respiratórios e pneumoconiose.
- b) A absorção de calor, por reação em contato com superfície líquida, provoca lesões que variam desde queimaduras até dermatites de contato.
- c) O cimento não exerce um efeito abrasivo sobre a camada córnea da pele.
- d) **É classificado como 'material irritante', ou seja, reage em contato com a pele, com os olhos e vias respiratórias.**

8 – Fonte: *Autoria própria.*

Os riscos ocupacionais são classificados em cinco tipos. O esforço físico do trabalhador é classificado como risco:

- a) físico
- b) químico
- c) biológico
- d) acidental
- e) **ergonômico**

9 – Fonte: *Autoria Própria.*

Assinale a alternativa que indica corretamente a denominação da combinação da probabilidade de ocorrência de eventos ou exposições perigosas a agentes nocivos relacionados ao trabalho e da gravidade das lesões e problemas de saúde que podem ser causados pelo evento ou exposição.

- a) Perigo
- b) Acidente
- c) Incidente
- d) Fator de risco
- e) **Risco ocupacional**

10 – Fonte: *Autoria própria.*

No gerenciamento de riscos, NÃO é uma obrigatoriedade para a construtora:

- a) Evitar os riscos ocupacionais que possam ser originados no trabalho.
- b) Identificar os perigos e possíveis lesões ou agravos à saúde.
- c) Avaliar os riscos ocupacionais indicando o nível de risco.
- d) **Publicar os riscos existentes em boletins periódicos.**

11 – Fonte: Ano: 2023 Banca: FUMARC Órgão: AL-MG Prova: FUMARC - 2023 - AL-MG - Analista Legislativo - Médico do Trabalho - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/d9f163f4-af>

No que diz respeito à prevenção de riscos ocupacionais, o ideal é a eliminação de qualquer agente ou fator que possa afetar a saúde nos ambientes de trabalho. Com relação à hierarquia de medidas preventivas, é CORRETO afirmar:

- a) A implementação da estratégia de limitação do tempo de exposição ao risco elimina a necessidade de medidas de vigilância da saúde dos trabalhadores.
- b) A melhor estratégia é dar preferência às medidas que modificam processos e ou ambientes de trabalho.**
- c) Modificar o comportamento humano por meio da observância e adesão às instruções de proteção constitui estratégia prioritária.
- d) O uso permanente de equipamentos de proteção individual é menos oneroso e está culturalmente consolidado, sendo sempre recomendado.

12 – Fonte: Autoria própria.

Considerando a saúde e segurança do trabalhador, NÃO é exemplo de risco existente no trabalho:

- a) Ruído.
- b) Iluminação.
- c) Acidente.
- d) Uso de telas digitais.**
- e) Ergonômico.

13 – Fonte: <https://questoes.grancursosonline.com.br/questoes-de-concursos/enfermagem-riscos-ocupacionais-e-sua-prevencao>.

No cotidiano de trabalho, os trabalhadores estão expostos a múltiplas situações e fatores de risco para a saúde.

Relacione as colunas abaixo em relação aos tipos e classificações dos riscos mais frequentes nos ambientes de trabalho.

1. Riscos Físicos
2. Riscos Químicos
3. Mecânicos
4. Biológicos
5. Psicossociais

- () Trabalhos com máquinas guilhotinas; prensas, guilhotinas, instrumentos cortantes ou perfurantes.
- () Exposição a microorganismos.
- () Trabalhos com ritmos acelerados, repetitivos, vínculos precários.

- () Exposição a substâncias como poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores
() Exposição a ruídos, temperaturas, iluminação, irradiação.

Assinale a alternativa que indica a sequência correta, de cima para baixo.

- a) 1 4 3 5 2
- b) 2 5 3 1 4
- c) 3 4 5 2 1**
- d) 4 2 1 3 5
- e) 5 3 2 1 4

14 – Fonte: *Autoria própria*.

Avalie a afirmativa:

Dentro do ambiente de trabalho pode haver uma ampla diversidade de riscos, dentre eles o risco ergonômico, que compreende elementos como: ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibração etc.

A afirmação está:

Certa

Errada

15 – Fonte: *Autoria própria*.

Considerando a segurança e saúde no trabalho, a vibração é considerada um agente de risco:

- a) biológico
- b) elétrico
- c) ergonômico
- d) físico**
- e) químico

APÊNDICE C – TESTE DE CONHECIMENTO 2

DEPOIS DA GAMIFICAÇÃO



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

1 – Fonte: Ano: 2023 Banca: Avança SP Órgão: Prefeitura de Americana - SP Prova: Avança SP - 2023 - Prefeitura de Americana - SP - Engenheiro Civil - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/disciplinas/engenharia-civil-engenharia-civil/seguranca-e-higiene-do-trabalho/questoes>

É o conceito que determina que o dimensionamento de edifícios e outras estruturas, bem como quaisquer tipos de modificação ou projetos de reabilitação devam ser realizados de forma a eliminar, reduzir ou controlar todos os riscos que previsivelmente possam surgir durante as fases de construção, manutenção e uso:

- a) Construção civil dimensionada.
- b) Dimensionamento de obras civis.
- c) Dimensionamento vertical.
- d) Dimensionamento seguro das obras.
- e) Dimensionamento virado para segurança.**

2 - Fonte: Ano: 2023 Banca: CPCON Órgão: Prefeitura de Catolé do Rocha - PB Prova: CPCON - 2023 - Prefeitura de Catolé do Rocha - PB - Fiscal de Posturas - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/disciplinas/engenharia-civil-engenharia-civil/seguranca-e-higiene-do-trabalho/questoes>

A segurança do trabalho tem o objetivo principal de assegurar mais qualidade de vida e segurança durante a prática das atividades laborais. Desta forma, os equipamentos de proteção individual (EPI) são um direito do trabalhador e visam a reduzir ou eliminar a exposição individual a agentes potencialmente perigosos. Em relação aos EPI e seu adequado uso, associe as duas colunas a seguir.

- 1. Protetor Auricular tipo Concha
- 2. Luvas de látex
- 3. Jaleco
- 4. Cinto paraquedista

- () Observar se o fechamento é frontal, com botões, preferencialmente de pressão, para remoção com rapidez em casos de emergência, como derramamento de material contaminado sobre o profissional.
- () Ajustar adequadamente todas as alças, além de conferir se as conexões com outros equipamentos foram travadas corretamente e realizadas nos pontos certos.
- () Considerar que a resistência depende de vários fatores, como tempo de exposição, concentração de produtos químicos e temperatura.
- () Certificar que a vedação é satisfatória, sem interferências de objetos para obter melhor desempenho.

Responde CORRETAMENTE a associação:

- a) 2, 4, 3, 1.
- b) 3, 4, 1, 2.
- c) 4, 3, 2, 1.
- d) 3, 4, 2, 1.**
- e) 2, 3, 4, 1.

3 - Fonte: Ano: 2023 Banca: FUNDEP (Gestão de Concursos) Órgão: Câmara de Contagem - MG
Prova: FUNDEP (Gestão de Concursos) - 2023 - Câmara de Contagem - MG - Analista Técnico – Administrador - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/disciplinas/engenharia-civil-engenharia-civil/seguranca-e-higiene-do-trabalho/questoes>

Analise as afirmativas a seguir sobre segurança do trabalho e higiene do trabalho, e assinale com V as verdadeiras e com F as falsas.

- () A higiene do trabalho refere-se ao conjunto de normas e procedimentos que visa à proteção da integridade física e mental do trabalhador, preservando-o dos riscos de saúde inerentes às tarefas do cargo e ao ambiente físico onde são executadas.
- () Segurança e higiene do trabalho são atividades independentes e dissociadas que repercutem diretamente sobre a continuidade da produção e sobre a moral dos empregados.
- () Segurança do trabalho é o conjunto de medidas técnicas, educacionais, médicas e psicológicas utilizadas para prevenir acidentes, seja eliminando condições inseguras do ambiente, seja instruindo ou convencendo as pessoas da utilização de práticas preventivas.

Assinale a sequência correta.

- a) F V V
- b) F V F
- c) V F V**
- d) V F F

4 – Fonte: Autoria própria.

Considerando a Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, avalie em verdadeiro ou falso. “Deve haver recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações”

Verdadeiro

Falso

5 – Fonte: Autoria própria.

Os riscos ambientais representados pela exposição a determinadas condições ambientais são de natureza física, natureza química e natureza biológica.

É considerado risco de natureza físico:

- a) **desconforto acústico.**
- b) fadiga.

- c) exposição à bactérias.
- d) contaminação.

6 – Fonte: <https://questoes.grancursosonline.com.br/questoes-de-concursos/enfermagem-riscos-ocupacionais-e-sua-prevencao>.

Considerando os principais riscos associados ao trabalho em canteiros, relacione adequadamente as colunas a seguir.

1. Risco biológico.
2. Risco químico.
3. Risco físico.
4. Risco ergonômico.
5. Risco de acidente.

() Exposição da equipe a agentes mecânicos, como escalpes, serras e tesouras.

() Ocasionado por trabalhar com postura incorreta; levantamento e transporte manual de cargas; e, ritmo de trabalho e de carga excessivo. Podem resultar em transtornos músculo-articulares diversos.

() Gera a probabilidade da ocorrência de um evento adverso em virtude da presença de um agente infeccioso.

() Exposição a temperaturas extremas; radiação ionizante; ruído; vibração; radiação não pionizante; iluminação deficiente ou excessiva; e, umidade.

() Exposição a poeiras, névoas, vapores, gases, mercúrio, dentre outros.

A sequência está correta em

- a) 3, 1, 4, 2, 5.
- b) 5, 4, 1, 3, 2.**
- c) 1, 2, 3, 5, 4.
- d) 2, 3, 5, 1, 4.

7 – Fonte: Ano: 2023 Banca: INQC Órgão: COMDEP - RJ Prova: INQC - 2023 - COMDEP - RJ - Médico do Trabalho - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/160fe070-da>

Assinale a análise correta:

- a) Para que se possa realizar o estudo do ambiente de trabalho é importante a identificação de perigos e a verificação de riscos aos trabalhadores. No que diz respeito à perigo e risco, pode-se afirmar corretamente que:
- b) perigo é a possibilidade elevada ou reduzida de alguém sofrer danos provocados pelo risco
- c) risco pode ser qualquer coisa que possa causar danos, sejam materiais, equipamentos, métodos ou práticas de trabalho
- d) risco é a probabilidade de um efeito adverso ser causado a um organismo, sistema ou (sub) população sob circunstâncias de exposição a este agente**
- e) risco é a propriedade inerente de um agente ter o potencial de causar efeitos adversos a um organismo, sistema ou (sub) população sob circunstâncias de exposição a este agente

8 – Fonte: *Autoria própria.*

Uma máquina é capaz de provocar diversos danos aos colaboradores que a manuseia, assinale a alternativa que corresponde ao dano mais comuns causados por vibrações:

- a) Lesão permanente na audição
- b) Perturbações vasculares, principalmente mãos e braços.**
- c) Queimaduras e choques.
- d) Perturbações vasculares e queimaduras.

9 – Fonte: Ano: 2021 Banca: Ufersa Órgão: UFRSA Prova: Ufersa - 2021 - UFRSA - Engenheiro Civil - Grupo I - <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/e3f66799-4c>

Acerca das condições de segurança e saúde no trabalho, na indústria da construção civil, analise as afirmativas abaixo.

- I. É proibida a existência de partes vivas expostas e acessíveis pelos trabalhadores não autorizados em instalações e equipamentos elétricos.
- II. A armazenagem dos produtos utilizados nas operações de impermeabilização, inclusive os cilindros de gás, deve ser realizada em local isolado, sinalizado, ventilado, protegido contra risco de incêndio e distinto do local de instalação dos equipamentos de aquecimento.
- III. Quando o bate-estacas não estiver em operação, o pilão deve permanecer em repouso sobre o solo ou no fim da guia do seu curso.
- IV. Os materiais retirados da escavação devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude.

A partir das informações acima, assinale a alternativa CORRETA:

- a) Estão corretas apenas as afirmativas I, II e III.
- b) Estão corretas apenas as afirmativas II, III e IV.
- c) Estão corretas apenas as afirmativas I, II e IV.
- d) Todas as afirmações estão corretas.**

10 – Fonte: Ano: 2021 Banca: VUNESP Órgão: Prefeitura de Ferraz de Vasconcelos - SP Prova: VUNESP - 2021 - Prefeitura de Ferraz de Vasconcelos - SP - Artífice - Obras e Serviços Públicos - https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes?discipline_ids%5B%5D=171&has_professor_commentaries=true&institute_ids%5B%5D=4993

Conforme as condições de segurança e saúde no trabalho da indústria de construção civil, a utilização da serra circular nos canteiros de obras deverá:

- a) ter o disco afiado e travado, devendo ser substituído quando apresentar defeito.**
- b) dispor de dispositivo que possibilite a regulação da largura do disco.
- c) ser dotada de estrutura plástica estável.
- d) possuir dispositivo que faça o aprisionamento do disco e o retrocesso da madeira.
- e) ser dotada de dispositivo compactador e guia de encunhamento quando necessário.

11 – Fonte: *Autoria própria*.

As condições de trabalho na construção civil têm sido motivo de preocupação e de inúmeras ações no sentido de torná-las cada vez melhor. Nesse sentido, é INCORRETO afirmar:

- a) **A legislação desobriga os empregadores do cumprimento das disposições relativas às condições e meio ambiente de trabalho.**
- b) Todos os canteiros de obra, independentemente do número de trabalhadores, deverão conter instalações sanitárias, local de refeições e vestiários.
- c) As instalações sanitárias e alojamentos devem cumprir requisitos de saúde e higiene.
- d) Treinamentos são obrigatórios para garantir a segurança em trabalhos perigosos.

12 – Fonte: *Autoria própria*.

Considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI) todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Sobre os EPI's, é correto afirmar que:

- a) **o EPI deve ter Certificado de Aprovação da qualidade, expedido pelo órgão nacional competente.**
- b) a empresa não é obrigada a fornecer aos empregados EPI adequado ao risco, em nenhuma circunstância.
- c) cabe ao empregado optar pelo uso ou não dos EPI's.
- d) a guarda e conservação do EPI é responsabilidade do empregador.

13 – Fonte: *Autoria própria*.

Analise as afirmativas a seguir:

I. Na análise são considerados riscos ambientais os agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos, mecânicos ou de acidentes.

II. Segurança de trabalho é um conjunto de tecnologias que tem o objetivo de promover a proteção e a integridade física do trabalhador no seu local de trabalho.

Marque a alternativa CORRETA:

- a) **As duas afirmativas são verdadeiras.**
- b) A afirmativa I é verdadeira, e a II é falsa.
- c) A afirmativa II é verdadeira, e a I é a falsa.
- d) As duas afirmativas são falsas.

14 - Fonte: *Autoria própria*.

Considere os riscos na operação de um caminhão betoneira de concreto

- I. Ao estacionar o caminhão, não é necessário calçar os pneus se este não estiver abastecido ou em terreno plano.
- II. O equipamento do caminhão de cimento não gera calor, portanto, não há riscos de queimaduras.
- III. Máquinas barulhentas em operação podem causar perda auditiva permanente e zumbido nos ouvidos.

- IV. Trabalhar em inclinações e descidas pode causar colisões por frenagem inadequada ou freios defeituosos.

A partir das informações acima, assinale a alternativa CORRETA:

- a) I e II
- b) II e III
- c) III e IV**
- d) I e III
- e) II e IV

15 – Fonte: *Autoria própria*.

Considerando os riscos elétricos de um canteiro de obras, avalie:

I - O uso de equipamentos elétricos em solo úmido ou em condições de umidade pode resultar em choque elétrico, queimaduras ou eletrocussão.

II - Cabos e fiação defeituosos ou danificados podem resultar em choque elétrico, queimaduras ou eletrocussão.

III - Ao usar um misturador elétrico, deve-se instalar um disjuntor/interruptor de fuga na fonte principal para evitar choque elétrico, queimaduras ou eletrocussão.

A partir das informações acima, assinale a alternativa CORRETA:

- a) I e II
- b) II e III
- c) I e III
- d) Todas estão corretas**
- e) Todas estão incorretas

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE MOTIVAÇÃO



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Colaboração: Eng. Cecilia Carniello Correa,
Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

O Questionário de Motivação (QM) foi elaborado com base na proposta de Rebelo (2009), utilizando a escala *Likert*, avaliando as proposições de (1), “nem um pouco provável”, a (5), “extremamente provável”, além de começar conter perguntas para caracterizar o tipo de jogador. O QM foi elaborado em conjunto com a Eng. Civil Cecília Carniello Correa que também desenvolveu um experimento sobre gamificação (CORREA, 2024).

Semestre: _____ Idade: _____ anos

Gênero: () F () M () outros

Assinale com X a(s) alternativa(s) escolhida(s):

Já teve contato com segurança do trabalho? () Sim () Não

1. Você costuma jogar algum tipo de jogo no seu dia a dia?

() Sim () Não

2. Qual tipo de jogo você mais costuma jogar?

() De tabuleiro () De cartas () De computador () De console () De celular

A partir da próxima questão, avalie as proposições em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “nem um pouco provável” e 5 “extremamente provável”.

3. Acho que sou bom em jogos de agilidade?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

4. Acho que sou bom em jogos de raciocínio?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

5. Acho que sou bom em jogos de estratégia?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

6. Eu costumo jogar para:

a) Estar com os amigos.

() 1 () 3 () 5

() 2 () 4

b) Trabalhar em equipe.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

c) Aprender coisas novas.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

d) Fazer algo que sou bom.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

e) Liberar o estresse.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

f) Sair do tédio, ter algo para fazer.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

g) Ultrapassar desafios.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

h) Me divertir.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Colaboração: Eng. Cecilia Carniello Correa,
Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

O Questionário de Satisfação (QS) foi adaptado de Romanel (2009). O QS, assim como o QM, foi elaborado em conjunto com a Eng. Civil Cecília Carniello Correa que também desenvolveu um experimento sobre gamificação (CORREA, 2024).

Assinale com X a(s) alternativa(s) escolhida(s):

1. Vou dizer aos meus colegas que o Hazfinder é (selecione quantas alternativas quiser):

- | | |
|-----------------|---------------------|
| a) Diferente | h) Importante |
| b) Divertido | i) Gostoso de jogar |
| c) Útil | j) Chato |
| d) Infantil | k) Fácil |
| e) Motivador | l) Complicado |
| f) Muito longo | m) Esclarecedor |
| g) Interessante | n) Confuso |

2. O ambiente escolhido para a aplicação do jogo foi (selecione quantas alternativas quiser)

- | | |
|-----------------|---------------------|
| a) Atraente | e) Adequado ao jogo |
| b) Pequeno | f) Confuso |
| c) Organizado | |
| d) Desagradável | |

3. A jogabilidade do jogo é:

- | | |
|----------------|------------------|
| a) Muito fácil | c) Médio |
| b) Fácil | d) Difícil |
| | e) Muito difícil |

4. Com relação às regras:

- a) O texto ou a explicação das regras me deixaram confuso
- b) O texto ou a explicação das regras facilitaram a minha compreensão do jogo

5. Este jogo ajudou você a compreender sobre segurança do trabalho?

- a) Sim, este jogo já me ajudou
- b) Continuo não entendendo
- c) Tenho dúvidas ainda

6. Você acha que o jogo foi:

- a) Divertido, mas não lembra o que aprendeu no jogo
- b) Divertido e ainda lembra o que aprendeu no jogo
- c) Não foi divertido, mas ajudou a aprender coisas novas
- d) Não foi divertido e não ajudou em nada

7. Para você (marque quantas alternativas quiser):

- a) O jogo ajuda a aprender coisas novas
- b) O jogo é uma forma de fixar o que já aprendeu em outras ocasiões
- c) A aula convencional é mais eficaz que o jogo
- d) O jogo pode ajudar a entender o conteúdo de outras disciplinas
- e) O jogo é uma forma alternativa de educação e treinamento
- f) O jogo proporciona uma ligação entre teoria e prática
- g) O jogo permite que estudante participe ativamente da aula

8. Você jogou algum jogo como esse (ou similar a esse) na escola ou na faculdade?

- a) Sim
- b) Não

9. A apresentação inicial sobre o jogo foi:

- a) Interessante
- b) Esclarecedora
- c) Difícil de entender
- d) Fácil compreensão

10. Se antes do jogo, eu tive conhecimento anterior sobre segurança do trabalho, onde?

- a) Disciplina da faculdade
- b) Iniciação científica ou PET
- c) Evento ou congresso
- d) Mídia na internet
- e) Outro

11. Eu acho que vou usar o conhecimento aprendido futuramente na minha profissão:

- a) Sim
- b) Não
- c) Talvez

12. Há algum outro comentário ou sugestão que você queira fazer sobre o Jogo Hazfinder para melhorá-lo ou complementá-lo?

APÊNDICE F – GLOSSÁRIO



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

GERAL

Business: Negócios
Construction: Construção
Decrease: Reduzir
Disclaimer: Reclamação
Exposure: Exposição
Hazard: Riscos, Perigos
Hazard Log: Registro De Perigos
Increase: Aumentar
Injury: Ferida
Inspect: Inspecionar
Manual: Manual
Observe: Observação
Profit: Lucro
Safe: Seguro
Safety Climate: Clima De Segurança
Severity: Severidade
Talk: Conversa

TIPOS DE PERIGOS

Burns: Queimaduras
Chemical: Químico
Cut/Puncture: Corte
Earth work: Movimentação de terra
Electrical: Elétrico
Engulfment: Soterramento
Ergonomic: Ergonômico
Health: Saúde
Slips, Trips And Falls: Deslizes, Tropeços E Quedas
Struck By: Atingido Por

APÊNDICE G – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO DE MOTIVAÇÃO

Quadro 9 - Resposta sobre perfil de jogador.

[illegible]

Fonte: Autora, 2024.

APÊNDICE H – RESPOSTAS DO TESTE DE CONHECIMENTO 1

Todas as respostas obtidas no TC1 estão apresentadas no Quadro 10, considerando as respostas de cada participante e os percentuais de erros e acertos para facilitar a avaliação da ferramenta.

Quadro 10 - Respostas do Teste de Conhecimento 1.

n°	1					2		3					4					5					6					7				8					9					10				11				12					13					14		15					TOTAL			
	a	b	c	d	e	V	F	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	C	E	a	b	c	d	e	A	N																			
1					X	C	X					X	E	X				C	X				C	X			E			X	C			X			E	X			X		E	X			X		E	7	4.67																			
2	X				E		X	C	X					X				E	X			X	E	X			E			X	C								X		E	X			X		E	6	4.00																					
3					X	C	X		E		X		E	X				C	X				C	X			E		X	C			X			E			X		C	X		E		X		C	8	5.33																				
4				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C			X			X		C	X			X		E	8	5.33																						
5				X	C	X		E		X				X				E	X				C	X			E			X	C					X			X		E	X			X		E	6	4.00																					
6		X			E	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E			X	C	X						X		E	X			X		C	7	4.67																						
7				X	C	X		E		X		E	X					E	X				C	X			E			X	C	X						X		E	X			X		C	6	4.00																						
8			X		E	X		E	X				C	X				C	X				C	X			E	X			X	C	X					X		E	X			X		E	5	3.33																						
9			X		E	X		E	X				C	X				C	X				C	X			E	X			X	C	X					X		E	X			X		E	7	4.67																						
10				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C					X		C	X			X		C	8	5.33																							
11				X	C	X		E			X		E	X				E	X				C	X			E	X			X	C									X		E	X			X		E	3	2.00																			
12	X				E	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C							X		E	X			X		C	7	4.67																					
13		X			E	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C									X		E	X			X		E	5	3.33																			
14			X		E	X		E			X		E	X				C	X				C	X			E			X	C	X									X		E	X			X		C	5	3.33																			
15				X	C	X		E			X		E	X				C	X				C	X			E			X	C								X		E	X			X		E	10	6.67																					
16				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C								X		E	X			X		E	7	4.67																				
17				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C								X		E	X			X		E	10	6.67																				
18				X	C	X		X	C		X		E	X				C	X				C	X			E			X	C	X										X		E	X			X		E	8	5.33																		
19				X	C	X		E					X					C	X				C	X			E	X			X	C								X		C	X			X		E	10	6.67																				
20				X	C	X		E	X				C	X				C	X				C	X			E	X			X	C	X									X		C	X			X		E	10	6.67																		
21				X	C	X		E		X		E						E									E														X		C	X			X		E	7	4.67																			
22																		E									E																						X		E	2	1.33																	
23																		E									E																								E	2	1.33																	
24				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			E												X		C	X			X		E	10	6.67																	
25				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			E												X		E	X			X		E	5	3.33																	
26				X	C		X	C	X			C	X					C	X				C	X			E			X	C	X											X		C	X			X		E	11	7.33																	
27							X											C	X				C	X			E																X		C	X			X		E	4	2.67																	
28				X	C		X	C		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C											X		E	X			X		E	8	5.33																	
29				X	C	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E	X			E												X		E	X			X		C	7	4.67																	
30				X	C	X		E			X	E	X					C	X				C	X			E	X			X	C									X		C	X			X		E	7	4.67																			
31		X			E	X		E		X		E	X					C	X				C	X			E			X	C	X											X		E	X			X		E	6	4.00																	
32				X	C	X		C		X		E	X					C	X				C	X			E	X			X	C												X		E	X			X		E	10	6.67																
33				X	C	X		X	E		X		E	X				C	X				C	X			E	X			X	C												X		E	X			X		C	7	4.67																
	22					5		5					23					29					2					24				19					10					16				9				22					18					18		8					6.9		4.63	
	66,67%					15,15%		15,15%					69,70%					87,88%					6,06%					72,73%				57,58%					30,30%					48,48%				27,27%				66,67%					54,55%					54,55%		24,24%					21,03%			

Legenda:

E	Resposta Errada
C	Resposta Certa
	Não respondeu

Fonte: Autora, 2024.

O Quadro 11 descreve a classificação dos estudantes considerando as notas obtidas no TC1.

Quadro 11 - Classificação dos alunos no TC1.

nº	Classificação TC1	
26	7,33	A 21,21%
15	6,67	
17	6,67	
19	6,67	
20	6,67	
24	6,67	
32	6,67	
3	5,33	B 66,67%
4	5,33	
10	5,33	
18	5,33	
28	5,33	
1	4,67	
6	4,67	
9	4,67	
12	4,67	
16	4,67	
21	4,67	
29	4,67	
30	4,67	
33	4,67	
2	4,00	
5	4,00	
7	4,00	
31	4,00	
8	3,33	
13	3,33	
14	3,33	
25	3,33	
27	2,67	C 12,12%
11	2,00	
22	1,33	
23	1,33	

Fonte: Autora, 2024.

APÊNDICE I – RESPOSTAS DO TESTE DE CONHECIMENTO 2

As respostas obtidas no TC2 estão expostas no Quadro 12, considerando as respostas de cada participante e os percentuais de erros e acertos para facilitar a avaliação da ferramenta.

Quadro 12 - Respostas do Teste de Conhecimento 2.

n°	1					2					3				4		5				6				7				8				9				10					11				12				13				14					15					TOTAL				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	V	F	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	e	a	b	c	d	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	A	N																			
1				X	E				X	C		X		E	X		C		X		E	X		C		X					X	C		X		E	X		C		X		E	X		C		7	4,67																			
2															X		C																															1	0,67																			
3				X	E				X	C		X		C	X		C		X		E	X		C		X		X		E		X		E		X		E	X		C		X		E	X		C		9	6,00																	
4				X	E				X	C		X		C	X		C		X		C	X		C		X		X		E	X		X		E	X		C		X		C		X		C		11	7,33																			
5	X				E		X			E	X		C	X		C	X		C		E	X		C	X		X		E	X		X		E	X		C		X		C		X		E	X		C		8	5,33																	
6				X	C				X	C	X		E	X		C	X		X		E	X		E	X		E	X		X				E	X		C	X		C		X		C	X		E	7	4,67																			
7				X	E	X				E	X		X		C	X		C		X		E	X		C		X		X		C	X		C	X		C		X		C		X		E	X		C		10	6,67																	
8	X				E				X	C	X		C	X		C	X		X		E	X		C	X		E	X		X		E	X		X		C		X		E	X		E		X		E	5	3,33																		
9			X		E		X			E	X		E	X		C	X		C	X		C	X		C	X		E	X		X		C	X		C		X		E	X		C		X		E		X		E	6	4,00															
10				X	E				X	C		X		C	X		C		X		E		X		E	X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		C		6	4,00																			
11				X	E				X	C	X		E	X		E		X		E		X		E	X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		E		X		E	3	2,00																	
12				X	E				X	C		X		C	X		C		X		E	X		C	X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		C		11	7,33																				
13				X	E				X	C	X		E	X		C	X		X		E	X		E	X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		C		6	4,00																				
14				X	C				X	C		X		C	X		C		X		E	X		E	X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		C		9	6,00																				
15				X	C				X	C		X		C	X		C		X		C	X		C	X		E		X	C	X		C	X		C	X		C		X		E	X		C		13	8,67																			
16				X	C				X	C		X		C	X		C		X		C	X		C	X		C	X		X		C	X		C	X		C		X		C		X		C		15	10,00																			
17				X	C				X	C		X		C	X		C		X		C	X		C	X		C	X		X		C	X		C	X		C		X		C		X		C		14	9,33																			
18	X				E		X			E	X		C	X		C		X		C	X		C		X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		E		X		E	7	4,67																	
19										X	C	X		C																																		3	2,00																			
20				X	E				X	C		X		C	X		C		X		C	X		E	X		E	X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		X		E	10	6,67																			
21		X			E		X			E	X		C		X		E		X		E	X		C		X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		E		X		E	4	2,67																
22									X	C		X		C	X		C		X		C																													5	3,33																	
23				X	C				X	C		X		C	X		C		X		C	X		E	X		C	X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		X		E	13	8,67																			
24				X	E				X	C		X		C	X		C		X		E	X		C	X		E	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		10	6,67																				
25				X	E				X	C		X		C	X		C		X		E	X		C	X		E	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		11	7,33																				
26				X	E			X		E	X		C		X		E		X		E	X		C	X		E	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		E		X		E	6	4,00																	
27				X	E			X		E	X		C		X						X	E	X		C		X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		C		6	4,00																					
28				X	E				X	C		X		C	X		C		X		C	X		E	X		E	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		9	6,00																				
29				X	C			X		E	X		C		X		C		X		E	X		C		X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		E		X		E	6	4,00																
30	X				E		X			E	X		C		X		C		X		C	X		E	X		C	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		7	4,67																				
31				X	E				X	C		X		C	X		C		X		E	X		C	X		E	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		C		12	8,00																				
32	X				E		X			E	X		C		X		E		X		E	X		C		X		E	X		X		E	X		C	X		C		X		E	X		E		X		E	5	3,33																
33				X	E			X		E	X		C		X		E		X		E	X		C		X		E	X		X		E	X		E	X		C		X		E	X		E		X		E	3	2,00																
	8					20					24				32		15				19				6				17				7				15					18				27				13				19					18					7,8		5,21		
	24.24%					60.61%					72.73%				96.97%		45.45%				57.58%				18.18%				51.52%				21.21%				45.45%					54.55%				81.82%				39.39%					57.58%					54.55%					23.69%			

E	Resposta Errada
C	Resposta Certa
	Não respondeu

Fonte: Autora, 2024.

O Quadro 13 descreve a classificação dos estudantes considerando as notas obtidas no Teste de Conhecimento 2.

Quadro 13 - Classificação dos alunos no TC2.

nº	Classificação TC1		
16	10,00	A	42,42%
17	9,33		
15	8,67		
23	8,67		
31	8,00		
4	7,33		
12	7,33		
25	7,33		
7	6,67		
20	6,67		
24	6,67		
3	6,00		
14	6,00		
28	6,00		
5	5,33	B	42,42%
1	4,67		
6	4,67		
18	4,67		
30	4,67		
9	4,00		
10	4,00		
13	4,00		
26	4,00		
27	4,00		
29	4,00		
8	3,33		
22	3,33		
32	3,33		
21	2,67	C	15,15%
11	2,00		
19	2,00		
33	2,00		
2	0,67		

Fonte: Autora, 2024.

APÊNDICE J – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

As respostas coletadas no Questionário de Satisfação estão descritas no Quadro 14, a fim de conhecer a opinião e a experiência dos estudantes participantes.

Quadro 14 - Respostas do Questionário de Satisfação.

nº	1			2												3				4				5		6		7				8				9		10				11				12								
	SIM	NÃO	PRECISO MELHORAR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	a	b	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	a	b	c									
1			X	X	X					X									X	X		X				X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X					
2																																																						
3			X	X					X	X										X			X			X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X					
4			X	X	X				X						X				X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
5			X	X						X	X					X			X			X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
6		X		X	X					X	X	X							X			X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
7	X								X										X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
8	X			X	X	X				X	X				X				X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
9	X				X				X				X						X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
10			X	X			X		X	X	X								X	X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X				
11			X	X			X												X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
12	X								X										X	X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
13																																																						
14	X			X	X		X	X	X	X					X		X		X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
15	X			X	X				X										X			X		X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
16			X	X	X		X	X	X	X					X		X	X	X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
17	X			X	X	X			X	X			X						X	X		X		X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
18	X			X			X	X	X										X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
19			X	X	X		X	X							X		X	X	X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
20		X		X				X											X			X		X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
21	X							X											X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
22																																																						
23		X		X				X	X	X		X							X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
24			X	X																X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
25																																																						
26	X			X	X				X										X	X		X		X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
27																																																						
28		X		X	X		X	X	X						X		X		X	X		X		X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X		X		X			
29			X	X				X											X	X		X		X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
30			X	X				X	X			X			X		X		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
31			X	X	X			X							X		X		X			X		X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X			
32																			X																																			
33	X						X	X	X										X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		

Fonte: Autora, 2024.

A 12ª pergunta era discursiva, “Há algum outro comentário ou sugestão que você queira fazer sobre a Ferramenta de treinamento de identificação de perigos para melhorá-lo ou complementá-lo?”. As respostas foram:

- “Sobre a tradução e mudar a forma de jogo para uma coisa mais real”;
- “Possibilidade de traduzir para outros idiomas”;
- “Se traduzisse para a língua portuguesa seria mais fácil de entender”;
- “Gostaria de jogar mais”;
- “Facilitar a comunicação sobre os perigos”;
- “Só ser português”;
- “Coloque em português”;
- “O principal problema é o idioma”;
- “O jogo não ser em português dificulta a jogabilidade e o timing do jogo”;
- “Deveriam utilizar mais formas de ensino similares a essa”;
- “Traduza para todas as línguas, facilitará o entendimento”.

APÊNDICE K – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(RESOLUÇÃO 510/2016 DO CNS)



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - CCET
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
(PPGECiv)



Mestranda: Eng. Karla Cristina Bentes Moreira, Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

Pesquisa de mestrado – 74495023.0.0000.5504

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa “Proposta de instrumentos de avaliação do ensino-aprendizagem sobre Segurança do Trabalho em canteiro de obras com base na gamificação”, realizada pela mestranda e engenheira civil Karla Cristina Bentes Moreira e orientada pela Prof^a Dr^a Sheyla Mara Baptista Serra.

O objetivo deste estudo é analisar a influência do uso de gamificação no processo de ensino-aprendizado de estudantes de graduação em Engenharia Civil por meio do conhecimento sobre Segurança do Trabalho em canteiro de obras.

Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento o (a) senhor (a) irá decidir se deseja participar e preencher o questionário, se deseja desistir da participação durante o preenchimento do questionário ou após o preenchimento, e poderá retirar seu consentimento sem nenhuma penalização ou prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O(a) senhor(a) ao clicar em "aceito participar da pesquisa" irá:

1. Eletronicamente aceitar participar da pesquisa, o que corresponderá à assinatura deste termo (TCLE), o qual poderá ser impresso ou solicitado ao pesquisador via endereço de e-mail fornecido, se assim o desejar.

2. Responder aos questionários on-line que terá tempo gasto para seu preenchimento em torno de 5 a 20 minutos.

a. Caso não concorde, basta fechar a página do navegador.

b. Caso desista de participar durante o preenchimento do questionário e antes de finalizá-lo, os seus dados não serão gravados, enviados e nem recebidos pelo pesquisador e serão apagados ao se fechar a página do navegador.

c. Caso tenha finalizado o preenchimento e enviado suas respostas do questionário e após isso decida desistir da participação deverá informar à pesquisadora desta decisão e esta descartará os seus dados recebidos sem nenhuma penalização.

Você poderá imprimir uma via deste termo, ou se desejar, a pesquisadora poderá encaminhar uma via assinada por e-mail ou da maneira como preferir.

Você foi selecionado(a) por ser um estudante matriculado no curso de Engenharia Civil da universidade parceira da pesquisa.

A coleta de dados será composta por quatro questionários que serão disponibilizados de forma online. Inicialmente, serão coletadas informações para sua identificação, sendo que estas serão tratadas conforme a Carta Circular nº.01/2021 da comissão nacional de ética em pesquisa do ministério da saúde quanto à segurança, transferência e armazenamento de dados. As informações coletadas ao longo de todos os formulários desta pesquisa estarão disponíveis restritamente ao grupo de pesquisa, uma vez finalizada a coleta de dados, eles serão

armazenados em dispositivos eletrônicos locais, apagando todo e qualquer registro em plataforma virtual ou nuvem. Os dados serão analisados durante a pesquisa, sendo excluídos após a conclusão e publicação da mesma.

A oficina será composta de três fases sequenciais, sendo: fase 1: pré-avaliação do conhecimento prévio; fase 2: explicação e aplicação do jogo; fase 3: verificação do conhecimento posterior. Concluída a seleção dos estudantes, serão aplicados os instrumentos pré-jogo na fase 1: o Questionário de Caracterização dos alunos, de Motivação e Teste de Conhecimento 1. Posteriormente será apresentado o jogo adotado na pesquisa e o tutorial com as instruções para jogar o mesmo na fase 2. Por fim, será aplicado os instrumentos pós-jogo: o Questionário de Satisfação e o Teste de Conhecimento 2 com os estudantes e o Questionário com o Docente na fase 3. O tempo utilizado para coleta dos dados será de aproximadamente 150 minutos, considerando neste tempo dois intervalos de 10 minutos entre as fases 1-2 e 2-3.

Suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, ou seja, em nenhum momento será divulgado seu nome ou dado que possa favorecer seu reconhecimento em qualquer fase do estudo. Quando for necessário exemplificar determinada situação, sua privacidade será assegurada. Os dados coletados poderão ter seus resultados divulgados em dissertação de mestrado, artigos de congressos ou de periódicos qualificados, apresentações em eventos e congressos científicos.

Os preenchimentos dos questionários online não oferecem risco imediato ao (a) senhor (a), porém considera-se a possibilidade de um risco subjetivo, pois algumas perguntas podem remeter à algum desconforto, evocar sentimentos ou lembranças desagradáveis ou levar à um leve cansaço após responder os questionários. Caso algumas dessas possibilidades ocorram, o senhor (a) poderá optar pela suspensão imediata da atividade de gamificação ou do preenchimento do questionário, visto o caráter digital do questionário, que permite a liberdade de escolha sem prejuízo nenhum ao avaliador.

Os riscos apresentados na pesquisa serão mínimos, conforme explicitados anteriormente, porém em caso de algum problema relacionado com a pesquisa, o(a) Senhor (a) terá direito à assistência gratuita que será prestada. Como se trata de uma pesquisa em meio eletrônico, o participante não terá nenhuma despesa advinda da sua participação na pesquisa. Entretanto, caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, o(a) Senhor (a) será ressarcido nos termos da lei, sendo garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Sua participação trará como benefícios i) a obtenção de dados para fins acadêmicos, ii) o detalhamento de informações que carecem de atenção para o setor da construção civil e ensino de graduação em Engenharia Civil, iii) a priorização de indicadores para o instrumento estudado. Acredita-se que esta pesquisa poderá subsidiar os docentes e pesquisadores para a dinamização e aperfeiçoamento do ensino de Segurança do Trabalho em canteiros de obras.

O(A) pesquisador(a) realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho de coleta das informações.

Tendo sido concluída a tratativa dos dados, o (a) senhor (a) receberá uma via em devolutiva dos resultados obtidos durante a pesquisa por meio do e-mail cadastrado no ato da inscrição.

O(A) senhor (a) receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.

Após a leitura deste documento solicitamos que seja assinalada a declaração abaixo, preenchidos os dados pessoais e assinado este TCLE.

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a

segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/CONEP. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

() Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar, que tem a responsabilidade de garantir e fiscalizar que todas as pesquisas científicas com seres humanos obedeçam às normas éticas do País, e que os participantes de pesquisa tenham todos os seus direitos respeitados. O CEP-UFSCar funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís, km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Telefone (16) 3351-9685. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Karla Cristina Bentes Moreira

Endereço: Departamento de Engenharia Civil / UFSCar - Rodovia Washington Luís (SP-310), Km 235, São Carlos - São Paulo – Brasil, CEP 13565-905

Contato telefônico: (63) xxxxx-1xxx

E-mail: karlamoreira@estudante.ufscar.br

Local e data: _____

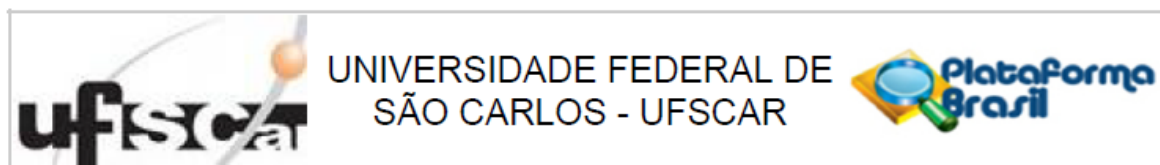
Karla Cristina Bentes Moreira

Nome do Pesquisador

Assinatura do Pesquisador

Nome do Participante

Assinatura do Participante

ANEXO A – DADOS DA PESQUISA APROVADA PELO CEP-UFSCAR**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Proposta de instrumentos de avaliação do ensino-aprendizagem sobre Segurança do Trabalho em canteiro de obras com base na gamificação

Pesquisador: KARLA CRISTINA BENTES MOREIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 74495023.0.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.469.099