



UFAM

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Larissa
Albuquerque de Alencar

**GAMIFICAÇÃO INSTRUCIONAL NA
ENGENHARIA DE SEGURANÇA E SAÚDE
DO TRABALHO.**

Raphael Ferreira Pachêco Malta
Martins

**DISSERTAÇÃO
MESTRADO
PROFISSIONAL
2025**

Raphael Ferreira Pacheco Malta Martins

**GAMIFICAÇÃO INSTRUCIONAL NA ENGENHARIA DE
SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Design da Universidade Federal do Amazonas como requisito
para a obtenção do Grau de Mestre em Design.

Orientador (a): Prof^a Dra^a . Larissa Albuquerque de Alencar

Manaus
2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M386g

Martins, Raphael Ferreira Pachêco Malta

Gamificação Instrucional na Engenharia de Segurança e Saúde do Trabalho / Raphael Ferreira Pachêco Malta Martins. - 2025.
131 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Larissa Albuquerque de Alencar.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Design, Manaus, 2025.

1. Segurança e saúde do trabalho. 2. Game Design. 3. Gamificação. 4. Engenharia Civil. I. Alencar, Larissa Albuquerque de. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Design. III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Design

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAPHAEL FERREIRA PACHECO MALTA MARTINS

GAMIFICAÇÃO INSTRUCIONAL NA ENGENHARIA DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Design, área de concentração Design, Inovação e Desenvolvimento Tecnológico.

Aprovada em: Manaus, 24 de novembro de 2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Larissa Albuquerque de Alencar
Presidente da Banca / Orientadora

Prof. Dr. Sylker Teles da Silva
Membro Interno PPGD

Profa. Dra. Patrícia dos Anjos Braga
Membro Externo



Documento assinado eletronicamente por Larissa Albuquerque de Alencar, Professor do Magistério Superior, em 27/01/2026, às 13:53, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Sylker Teles da Silva, Usuário Externo, em 27/01/2026, às 14:01, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Patrícia dos Anjos Braga, Professor do Magistério Superior, em 28/01/2026, às 07:22, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 2990471 e o código CRC FFF348A6.

Av. Octávio Hamilton Botelho Mourão - Bairro Coroado 1 Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Norte - Telefone: (92) (92) 3305-1181 / Ramal 2600
CEP 69080-900 Manaus/AM - ppgd@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.047004/2025-45

SEI nº 2990471

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado a conseguir chegar nesta etapa da minha vida. Agradeço a minha família (meu pai Valduino, minha mãe Régia, meu irmão Leonardo, meus avós, tios e tias), que é e sempre será meu porto seguro me guiando, me apoiando e me fortalecendo, não só nos estudos, mas em toda a minha jornada de vida. Agradeço a minha Professora Orientadora Dra. Larissa Albuquerque de Alencar, que sempre me aconselhou e orientou com excelência e principalmente, acreditou no potencial do meu projeto de pesquisa. Agradeço também a todos os professores e coordenadores do Programa de Pós Graduação em Design Profissional da Instituição de Ensino Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Muito obrigado!

Resumo

A presente dissertação, tem como objetivo desenvolver uma proposta de protótipo gamificado, por meio de conceitos de gamificação e teorias do Game Design, a partir da pesquisa e análise das técnicas de gamificação instrucional/educacional que podem contribuir nos processos de informação e capacitação nas boas práticas laborais dos trabalhadores do seguimento da engenharia e construção civil, assim como no gerenciamento e prevenção de riscos ambientais nos canteiros de obras. A partir das pesquisas, estudos, análises e dados que foram coletados como questionários qualitativos com profissionais da segurança, empresas e trabalhadores do ramo, normas regulamentadoras e investigações de acidentes de trabalho, foi possível entender o dia a dia desses profissionais em um canteiro de obras, assim como as dificuldades de gestão desses trabalhadores e as possíveis causas dos acidentes de trabalho e desenvolvimento de doenças ocupacionais no contexto da construção civil. contemplando assim as propostas e protótipos de gamificação instrucional da Segurança e Saúde do Trabalhador, em um sistema de interfaces orientada a jogos, desenvolvidas por meio de uma *Game engine*/motor gráfico de jogos. Concluindo, o protótipo desenvolvido, quando implementado, possibilitará simulações de ambientes de riscos na construção civil, com eventos e ações para sua capacitação e aprimoramento do conhecimento das boas práticas laborais e segurança e saúde do trabalho por meio das mecânicas de jogos - objetivos, desafios, pontuações, conquistas, recompensas e níveis. No final, os processos do sistema gamificado, além de capacitar e informatizar o usuário, auxiliam nos Diálogos Diários de Segurança (DDS) e nos programas de prevenções de riscos ambientais, valorizando o bem-estar físico e mental do trabalhador.

Palavras-chave: *Segurança e saúde do trabalho, Game Design, Gamificação, Engenharia Civil*

Abstract

This dissertation aims to develop a gamified prototype proposal, using gamification concepts and game design theories, based on research and analysis of instructional/educational gamification techniques that can contribute to the processes of information and training in good working practices for workers in the engineering and civil construction sector, as well as in the management and prevention of environmental risks on construction sites. Based on the research, studies, analyses, and data collected through qualitative questionnaires with safety professionals, companies, and workers in the field, regulatory standards, and investigations of workplace accidents, it was possible to understand the daily lives of these professionals on a construction site, as well as the difficulties of managing these workers and the possible causes of workplace accidents and the development of occupational diseases in the context of civil construction. This led to proposals and prototypes for instructional gamification of Worker Safety and Health in a game-oriented interface system developed using a game engine/graphics engine. In conclusion, the prototype system developed for the user, when implemented, will enable simulations of risk environments in civil construction, with events and actions for training and improving knowledge of good work practices and occupational health and safety through game mechanics - such as goals, challenges, scores, achievements, rewards, and levels. Ultimately, the gamified system processes, in addition to training and educating users, assist in Daily Safety Dialogues (DDS) and environmental risk prevention programs, promoting the physical and mental well-being of workers.

Keywords: Occupational health and safety, Game Design, Gamification, Civil Engineering

Lista de Figuras

FIGURAS	PÁG.
Figura 1. Distribuição Geográfica dos acidentes de Trabalho no Brasil.....	17
Figura 2. Distribuição Geográfica dos acidentes de Trabalho no Estado do Amazonas.....	18
Figura 3. Desenho esquemático especificando os tipos de equipamentos de proteção individual	26
Figura 4. Gerenciamento de Riscos Ocupacionais e Programa de Gerenciamento de Riscos.....	29
Figura 5. Notificação de acidentes de Trabalho com mortes no Brasil, por setor/atividade.....	35
Figura 6. Teoria do Círculo Mágico, por Johan Huizinga.	38
Figura 7. Jogo de Tabuleiro Mancala.	39
Figura 8. Jogo de Tabuleiro Senet.	40
Figura 9. Jogo de Tabuleiro Monopoly.	40
Figura 10. Game Donkey Kong Country do Super Nintendo.	41
Figura 11. WW2 – Game de lógica em campo minado.	43
Figura 12. Reader Rabbit’s Interactive Reading.....	43
Figura 13. Matemática Dragonbox.	44
Figura 14. Plataforma Kahoot.	44
Figura 15. <i>Flight Simulator</i>	45
Figura 16. Instrução por meio de gamificação e realidade virtual.	45
Figura 17. IBM CityOne.	46
Figura 18. <i>Incision VR</i>	46
Figura 19. Conceito de MDA aplicado.	52
Figura 20. Os elementos que formam um jogo: Estética, Mecânica, História e Tecnologia.	53
Figura 21. Elementos dos Games.	55
Figura 22. Interface do Aplicativo Duolingo	59
Figura 23. Exemplo de tela de atributos, experiência e Level de personagem em jogo de RPG.	60
Figura 24. Gameplay do jogo Construction Simulator.....	61
Figura 25. Gameplay do jogo Builder Simulator.	61
Figura 26. Plataforma Kahoot.	62
Figura 27. Aplicativo iVAP – Visão Antecipada do Perigo.....	62
Figura 28. Local do acidente.	65
Figura 29. EPI utilizado	66
Figura 30. Game Flow.	79
Figura 31. Roteiro de cenas e gameplay – Assets do Armazém 3D.	81
Figura 32. Modelo de cenário.	82
Figura 33. Protótipos iniciais.....	83
Figura 34. Protótipos iniciais.....	83
Figura 35. Informação de botão.	89
Figura 36. Botão de clique.....	89
Figura 37. Ícones EPI’s.....	90
Figura 38. Placas NR’s.....	91
Figura 39. Editor Widget.	92
Figura 40. Editor de Blueprint Widget.	93
Figura 41. Desenvolvimento do Menu Principal na Unreal Engine.	93
Figura 42. Menu Principal (tela escura).	94
Figura 43. Menu Principal (tela clara).	94

Figura 44. Tela de Tutorial/Carregamento (tela escura).....	95
Figura 45. Tela de Tutorial (tela clara).	95
Figura 46. Menu das Normas Regulamentadoras (tela escura).....	96
Figura 47. Menu das Normas Regulamentadoras (tela escura).....	96
Figura 48. Menu da Norma Regulamentadora 06 (tela escura).....	97
Figura 49. Menu da Norma Regulamentadora 06 (tela clara).	97
Figura 50. Menu da Norma Regulamentadora 05 (tela escura).....	98
Figura 51. Menu da Norma Regulamentadora 05 (tela clara).	98
Figura 52. Menu de seleção de capacitação (tela escura).	99
Figura 53. Menu de seleção de capacitação (tela clara).....	99
Figura 54. Tela de Mini game de capacitação de EIPs (tela escura).....	100
Figura 55. Tela de Mini game de capacitação de EIPs (tela clara)..	100
Figura 56. Implementação da câmera e vista do Avatar para o layout de tela.....	101
Figura 57. Tela do Mini Game do Mapa de Risco (tela escura).....	101
Figura 58. Tela de Mini Game do Mapa de Risco (tela clara).	102
Figura 59. Tela de perguntas e respostas (tela escura).	103
Figura 60. Tela de perguntas e respostas (tela clara).....	103
Figura 61. Feedback do cursor entre os botões.	104
Figura 62. Feedback de seleção da resposta.....	104
Figura 63. Tela de resultados e pontuações (tela escura).	105
Figura 64. Tela de resultados e pontuações (tela clara).....	105
Figura 65. Menu de Créditos (tela escura).	106
Figura 66. Menu de Créditos (tela clara).	106
Figura 67. Programação Blueprint dos botões.	107
Figura 68. Programação Blueprint dos botões.	107
Figura 69. Programação Blueprint dos botões.	108
Figura 70. Programação Blueprint dos botões.	108
Figura 71. Programação Blueprint dos botões.	108
Figura 72. Programação Blueprint dos botões.	109
Figura 73. Programação Blueprint da lógica de Modo de jogo.....	109
Figura 74. Programação Blueprint do Mini Game.....	110
Figura 75. Programação Blueprint do Mini Game.....	110
Figura 76. Programação Blueprint do Mini Game.....	111
Figura 77. Estrutura de banco de dados de Perguntas e Respostas do Quiz.....	111
Figura 78. Programação Blueprint da estrutura de Perguntas e Respostas do Quiz.....	112
Figura 79. Programação Blueprint da estrutura de Perguntas e Respostas do Quiz.....	112
Figura 80. Programação Blueprint da estrutura de Perguntas e Respostas do Quiz.....	112
Figura 81. Mapa de Telas (tela escura).	113
Figura 82. Mapa de Telas (tela clara).....	114
Figura 83. Level Design.	116
Figura 84. HUD, GUI e Gameplay.....	117
Figura 85. HUD, GUI e Gameplay.....	118
Figura 86. HUD, GUI e Gameplay.....	118
Figura 87. Menu Pause.	119
Figura 88. Tela de <i>Game Over</i>	119
Figura 89. Modo de jogo em primeira pessoa.	120

Figura 90. Implementação na Unreal Engine da câmera em primeira pessoa em relação a cápsula do personagem invisível.	121
Figura 91. Programação da movimentação do personagem.	122
Figura 92. Programação da interação do usuário/jogador com os elementos de cena.....	123
Figura 93. Programação de acesso ao Menu de Pause durante a Gameplay Instrucional.....	123
Figura 94. Implementação de Quiz no Game Instrucional.....	124

Lista de Quadros

QUADROS	PÁG
Quadro 1. Relação de cargos e funções na construção civil e os possíveis riscos ambientais.....	36
Quadro 2. Requisitos e parâmetros a serem implementados no protótipo	75
Quadro 3. Controles e <i>Inputs</i>	122

Lista de Gráficos

GRÁFICOS	PÁG
Gráfico 1. Análise gráfica de questionários da pesquisa.	68
Gráfico 2. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	69
Gráfico 3. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	69
Gráfico 4. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	70
Gráfico 5. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	70
Gráfico 6. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	71
Gráfico 7. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	71
Gráfico 8. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	72
Gráfico 9. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	72
Gráfico 10. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	73
Gráfico 11. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	73
Gráfico 12. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	74
Gráfico 13. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	74
Gráfico 14. Análise gráfica de questionário da pesquisa.....	75

Sumário

1 Introdução	16
CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2 Problematização	16
1.3 Objetivo Geral	18
1.4 Objetivos Específicos	19
1.5 Justificativa	19
2 Revisão da Literatura	20
SEGURANÇA DO TRABALHO	20
2.2 Norma Regulamentadora 06 – Equipamento de Proteção Individual.....	25
2.3 Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO) e Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)	28
2.4 Norma Regulamentadora 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção	33
2.5 O lúdico, o Game Design e a Gamificação.....	38
2.5.1. Ludos	38
2.5.2. Teoria do Design de jogos.....	39
2.5.3. Gamificação.....	41
3 Metodologia	49
MÉTODO DE PESQUISA.....	49
3.2. Método e técnicas de avaliação de risco	49
3.2.1 Simulação ou Análise de Cenários.....	49
3.2.2 DDS – Diálogos Diários de Segurança	51
3.3 Método em Design.....	51
3.3.1 Game Design & Gamificação	51
3.3.2 Ferramentas e softwares	56
4 Coleta e Análise de dados.....	58
ANÁLISE DE SIMILARES	58
4.1.1 Jogos Educativos.....	58

4.1.2 Jogos de RPG.....	59
4.1.3 Jogos de Simulação	60
4.1.4 Plataformas Gamificadas.....	62
4.1.5 Aplicativos de Gestão de Riscos	62
4.2 Visita em local de acidente de trabalho.....	63
4.3. Questionários aplicados	66
4.3.1 Ferramenta de Coleta de Dados	66
4.4. Requisitos e parâmetros.....	75
5 Desenvolvimento	77
<i>GAME FLOW</i>	77
5.2 Roteiro de cenas, gameplay e modelo de cenário	80
5.3 Cenário modelo	82
5.4 Protótipos	82
5.4.1 Protótipos iniciais (baixa fidelidade).....	82
5.4.2 Design e Layout.....	84
5.4.3 Identidade Visual - Tipografia	87
5.4.4 Identidade Visual - Cores	88
5.4.5 Protótipos avançados das telas e interfaces (alta fidelidade)	91
5.4.6 Programação Blueprint das Telas e Interfaces	107
5.4.7 Programação Blueprint da Lógica de Game Mode	109
5.4.8 Programação Blueprint de Mini Game da Capacitação	110
5.4.9 Programação Blueprint Quiz.....	111
5.4.10 Mapa de telas.....	113
5.5 Resultados e discussões para futuras implementações de um Game Instrucional	115
5.5.1 Level Design	115
5.5.2 UI/UX/HUD.....	117
5.5.3 Blueprint do Game.....	120
5.5.4 Modo de jogo.....	120
5.5.5 Câmeras e Vistas.....	120
5.5.6 Controles e Inputs.....	121
5.5.7 Programação Blueprint da Gameplay Instrucional.....	122
6 Considerações finais	125

REFERÊNCIAS 127

APÊNDICE A..... 129

Introdução

CONTEXTUALIZAÇÃO

O direito, a segurança e saúde do trabalhador, são assuntos que se associam a algo complexo, crítico e delicado, uma vez que é considerável o número de registros de processos trabalhistas protocolados ou em tramitação, que, segundo o Relatório Geral da Justiça do Trabalho de 2022, no início do mesmo ano, a Justiça do Trabalho contava com saldo de 1.950.765 processos a serem solucionados. No decorrer desse ano, esse saldo foi somado aos 3.161.287 processos recebidos, sendo 2.808.497 deles novos casos. Nas varas do Trabalho, esse aumento foi de 6%; nos Tribunais Regionais do Trabalho, de 17%, e no Tribunal Superior do Trabalho, de 4%.

A maioria das corridas processuais na justiça do trabalho, informadas pelo mesmo Relatório da Justiça do Trabalho no ano de 2022, acontecem principalmente nas atividades econômicas de serviços diversos (23%), da indústria (21%) e do comércio (13%), devido a multas de 40% do FGTS, horas extras, multa do artigo 477 da CLT (rescisão sobre justa causa), aviso prévio, adicional de insalubridade e invalidez ou mortes por acidentes. Este último ocorre devido à processos que apresentam situações de negligência ou falta de conhecimento sobre os aspectos trabalhistas e suas execuções por parte dos dois lados, tanto empresas contratantes, quanto dos funcionários contratados, ou seja, as empresas deixam de implementar programas obrigatórios e necessários de gerenciamento de riscos e prevenções de acidentes de trabalho e os empregados realizam má prática ou má conduta das atividades laborais, comprometendo sua saúde ocupacional, a curto e longo prazo.

1.2 Problemática

Os impactos que esses acidentes ocupacionais causam (no desempenho das atividades laborais) são de consequências alarmantes, com danos físicos, mentais, materiais, perdas e fatalidades. Segundo os dados do Observatório de Segurança do Trabalho (MPT 2022), desenvolvido e mantido pelo Ministério do Trabalho em cooperação com a Organização Internacional do Trabalho (OIT 2022), no âmbito da iniciativa *SmartLab* de “Trabalho decente”, em 2022 no Brasil, foram notificados por meio do CAT (Comunicação de Acidente de Trabalho) 612,9 mil casos de acidente de trabalho, dos quais 571, 8 mil acidentes notificados no ano de 2021 e 5,5 mil casos de acidentes com óbitos, sendo 2.487 em 2021, vinculados ao trabalho, sendo um aumento de 30% em relação aos anos 2000.

Esses acidentes, além dos impactos na qualidade do trabalho e na saúde ocupacional, atingem também diretamente a economia do país, principalmente os cofres públicos. De acordo com a

trabalho (5.864 notificações), enquanto todos os outros municípios apresentam percentuais abaixo de 1%.

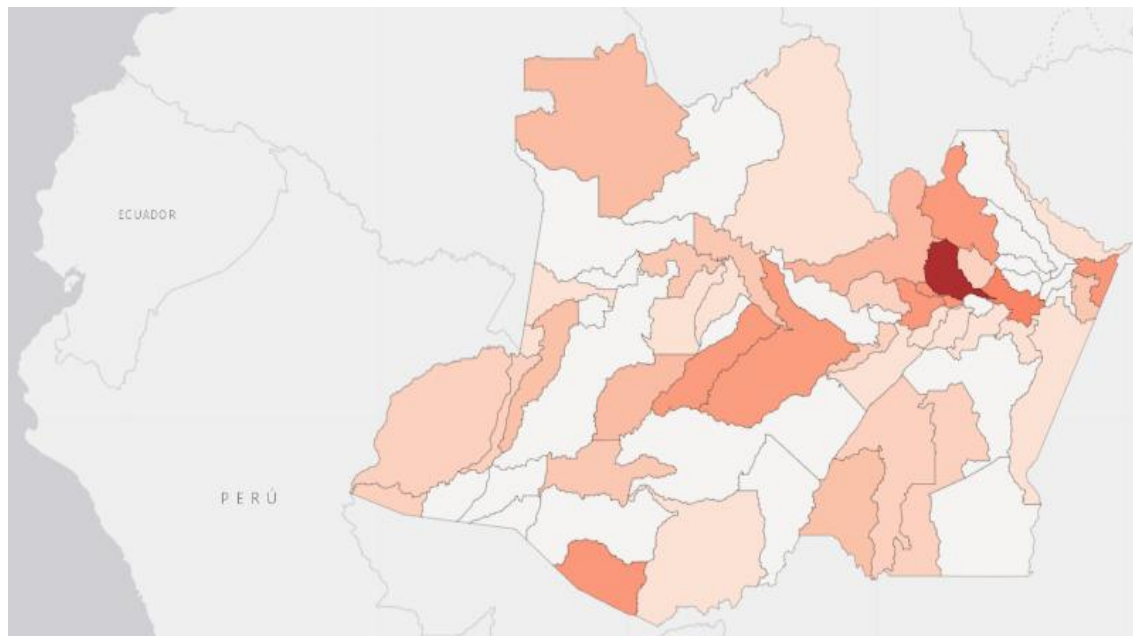


Figura 2. Distribuição Geográfica dos acidentes de Trabalho no Estado do Amazonas.
Fonte: INSS/CATWEB; Tratamento de análise: *SmartLab* (2022).

Com os percentuais de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais cada vez mais constantes, apresentados pelo Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho por meio da plataforma *SmartLab* (2022), busca-se cada vez mais melhorar os recursos para aplicação e acesso à informação das normas regulamentadoras, programas de prevenção, gerenciamento de riscos ambientais e diretrizes da segurança do trabalho e higiene ocupacional.

Portanto, essa pesquisa busca propor o design de um sistema por meio da gamificação instrucional, que contribua para minimizar essas dificuldades e capacitar as boas práticas laborais, a partir da análise e identificação das dificuldades de informação e gerenciamento na prevenção de riscos ambientais e segurança de trabalhadores atuantes no seguimento da construção civil na região amazônica, especificamente no Município de Manaus.

1.3 Objetivo Geral

Desenvolver protótipo de gamificação instrucional, com o intuito de contribuir para melhor informação e boas práticas de empresas, trabalhadores e profissionais da área da construção civil.

1.4 Objetivos Específicos

- Identificar boas práticas laborais e estudos de casos aplicados por meio das Normas Regulamentadoras 01, 06 e 18 da segurança do trabalho e do Design de Gamificação Instrucional;
- Analisar como as técnicas e mecânicas de *game design* e gamificação contribuem no processo de instrução, informação e capacitação nas condutas e práticas DDS (Diálogo Diário de Segurança);
- Investigar as necessidades dos usuários para a implementação do sistema ou *game design*, priorizando contratantes, contratados e profissionais da área;
- Simular por meio de *game design*, os possíveis tipos e graus de riscos ambientais e seus meios de propagações, assim como as devidas medidas preventivas.

1.5 Justificativa

O estudo poderá complementar meios de capacitar, instruir e auxiliar os trabalhadores sobre a higiene ocupacional, segurança e saúde do trabalho, principalmente do setor da construção civil. Na prática, busca auxiliar os profissionais da área como Engenheiros e técnicos de segurança do Trabalho, higienistas ocupacionais e gestores de construtoras a realizarem gestão de programas de prevenção dos riscos ambientais, bem como capacitar os trabalhadores e funcionários dessas empresas em suas boas práticas laborais, como o uso correto de EPI's, manuseio de equipamentos e máquinas e conhecimento das Normas Regulamentadoras, podendo assim, aumentar o percentual de prevenções de riscos de acidentes de trabalho, colaborando com a melhoria de qualidade de segurança e saúde do trabalhador e consequentemente dos setores sócio econômicos, trabalhistas e previdenciários.

A Gamificação Instrucional poderá contribuir na informação e diretrizes de trabalhadores e empresas em relação a Segurança e Saúde do Trabalho, podendo minimizar os riscos de acidentes, melhorar as boas práticas ocupacionais e implementar maior conscientização nos programas de prevenções de riscos ambientais, evitando maior negligenciamento nos atos laborais.

Revisão da Literatura

SEGURANÇA DO TRABALHO

Nesse tópico, busca-se compreender melhor o que é a segurança e saúde do trabalho. Pode-se destacar que, hoje em dia, muitos planejamentos não são concretizados com melhor destreza, tanto durante o processo dos projetos, quanto depois na sua provável execução e expansão, por não apresentarem processo, tecnologia ou planos de trabalho para apresentação de melhores dados, estudos e propostas, quando pensado especificamente em uma área delicada quanto aos riscos de saúde e segurança do trabalho.

Setor essencial nas empresas de todos os portes e setores, a segurança do trabalho é o conjunto de normas, atividades, medidas e ações preventivas que são desenvolvidas para garantir e melhorar a segurança do ambiente de trabalho, atuando também na prevenção de acidentes e doenças ocupacionais.

Com o objetivo de proteger a integridade física e mental dos trabalhadores, a área de segurança do trabalho analisa, com técnicas específicas de estudo, os fatores que podem ser causa de doenças ou acidentes ocupacionais. Dessa forma, é possível evitar situações que afetem a saúde e qualidade de vida dos trabalhadores.

Ao manter um ambiente de trabalho seguro, a segurança do trabalho influencia positivamente na produtividade dos funcionários da empresa e ajuda até mesmo na redução de custos, pois ações preventivas evitam que seja necessário direcionar recursos para o tratamento de um colaborador que tenha se acidentado ou para eventuais processos judiciais.

Diversas normas regulam as atividades da Segurança do Trabalho. Todas são regidas pela Portaria n.º 3.214/1978 do Ministério do Trabalho. Esse documento estabeleceu as 37 Normas Regulamentadoras da área, que servem para determinar como a segurança do trabalho deve ser desenvolvida em cada empresa ou seguimento, o quadro de funcionários, bem como as penas e sanções em caso de descumprimento. A seguir as 37 Normas Regulamentadoras:

- NR 1 – Disposições Gerais: prevê a obrigatoriedade do PGR e o GRO, documentos que substituíram o PPRA em março de 2021;

- NR 3 – Embargo ou Interdição: todo estabelecimento pode ser interditado ou embargado caso comprovado risco iminente para o trabalhador;
- NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho: estabelece o dimensionamento do SESMT e a obrigatoriedade de sua criação nas empresas;
- NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes: regulamenta as regras para criação dos procedimentos adotados para o funcionamento da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
- NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual (EPI): determina as obrigações do empregador/empregado acerca dos EPIs;
- NR 7 – Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO): estabelece a obrigatoriedade dos exames ocupacionais para atestar a saúde dos colaboradores;
- NR 8 – Edificações: define práticas necessárias para a segurança e integridade física dos trabalhadores que atuam no ramo;
- NR 9 – Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos;
- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade: determina as obrigações de quem trabalha com energia elétrica, visando redução de acidentes com choques elétricos, entre outros;
- NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais: medidas preventivas para tipos de materiais ou equipamentos de transporte;
- NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos: obrigatoriedades sobre os locais de instalação de máquinas e equipamentos utilizados por trabalhadores;
- NR 13 – Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações: medidas de proteção referente à caldeiras, vasos de pressão e tubulações;
- NR 14 – Fornos: medidas de segurança para os trabalhadores que atuam com fornos industriais, observando legislações estaduais, municipais e federais;

- NR 15 – Atividades e Operações Insalubres: estabelece limites de tolerância para riscos que possam ser identificados no ambiente laboral;
- NR 16 – Atividades e Operações Perigosas: trata as responsabilidades do empregador e direitos do trabalhador que atua em situações de perigo;
- NR 17 – Ergonomia: alia as condições de trabalho com as questões psicofisiológicas dos trabalhadores;
- NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção: medidas de proteção para a indústria da construção (antes, durante e após a finalização da obra);
- NR 19 – Explosivos: visa reduzir os riscos de quem atua diretamente com explosivos, definindo as obrigatoriedades para manuseio, controle e armazenamento;
- NR 20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis: práticas realizadas pelos empregadores e trabalhadores que atuam no ramo, do armazenamento ao manuseio;
- NR 21 – Trabalho a Céu Aberto: assegura a proteção contra intempéries a céu aberto que possam prejudicar a saúde;
- NR 22 – Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração: assegura a segurança e saúde ocupacional dos profissionais de mineração;
- NR 23 – Proteção Contra Incêndios: define as condições de segurança contra incêndios, levando em conta saídas de emergência, indicações, sinalizações etc.;
- NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho: determina condições básicas para a qualidade de vida dos trabalhadores;
- NR 25 – Resíduos Industriais: trata a eliminação de resíduos industriais que ofereçam riscos à saúde, como os tóxicos, riscos biológicos etc.;
- NR 26 – Sinalização de Segurança: trata as cores utilizadas nas sinalizações de segurança dos ambientes de trabalho;
- NR 27 – Revogada pela Portaria GM n.º 262, 29052008 e substituída pela Portaria MTB n.º 1.031/2019;

- NR 28 – Fiscalização e Penalidades: fiscalização trabalhista da Segurança e Medicina do Trabalho nas empresas e penalidades para o não cumprimento das NRs;
- NR 29 – Segurança e Saúde no Trabalho Portuário: medidas de segurança adotadas no trabalho portuário (para trabalhadores em terra e em alto mar);
- NR 30 – Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário: medidas de segurança adotadas por empresas do ramo (embarcações comerciais para o transporte de pessoas ou mercadorias);
- NR 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aqüicultura: medidas aplicadas para tornar o desenvolvimento dessas atividades seguras, visando a saúde dos trabalhadores;
- NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde: obrigações para proporcionar segurança, recomendando medidas preventivas e capacitação para o trabalho;
- NR 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados: medidas de controle de risco adotadas por empregadores que atuam em espaços confinados;
- NR 34 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval: requisitos de conforto e qualidade de vida para os trabalhadores da indústria naval;
- NR 35 – Trabalho em Altura: requisitos para o empregado realizar o trabalho em altura com segurança;
- NR 36 – Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados: regulamenta processos de identificação, avaliação e controle dos riscos na indústria do abate e processamento de carnes;
- NR 37 – Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo: medidas protetivas que deverão ser tomadas pelos empregadores às plataformas de petróleo.

Além das Normas Regulamentadoras como documentações importantes para seguir diretrizes e recomendações necessárias nas atividades laborais, existem também os profissionais da área da Segurança do trabalho, que projetam, planejam, analisam, orientam, inspecionam e executam as Normas Regulamentadoras. Seguem alguns dos profissionais da área de segurança do trabalho.

- **Técnico de Segurança do Trabalho:** orienta atividades que visam assegurar a integridade física dos colaboradores em empresas, instalações industriais e construções. Responsável por inspecionar equipamentos, bem como a rotina das condições de trabalho dos funcionários, investigando e analisando as possíveis causas de acidentes a fim de minimizá-las ou eliminá-las.
- **Engenheiro de Segurança do Trabalho:** Realiza as ações de planejamento e controle de segurança nas indústrias e construções, que tem como principais propósitos a gestão de riscos, a implementação de programas de segurança e o gerenciamento de acidentes ambientais.
- **Higienista Ocupacional:** mantêm a saúde e a segurança no local de trabalho, antecipando, reconhecendo, avaliando e controlando a exposição a riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos. Geralmente, trabalham nas empresas para reduzir o estresse do trabalhador, além de implementar medidas de controle que minimizem as incidências de problemas de saúde e doença e identifiquem ineficiências no local de trabalho.
- **Médico do trabalho:** coordena o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), sendo um conjunto de diretrizes obrigatórias em todas as empresas com trabalhadores contratados pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), independentemente do segmento ou do porte do negócio. O PCMSO estabelece uma série de atividades relacionadas à garantia da saúde e da segurança do trabalhador, exames que devem ser feitos, cronogramas, relatórios, entre outros procedimentos.

Os acidentes são caracterizados de forma técnica pela perícia do INSS, que avalia o nexo causal entre função ou ambiente de trabalho e acidente ou lesão. Segundo a Associação Nacional dos Servidores Públicos de Previdência e de Seguridade Social – Anasps (2022), os acidentes são classificados em três tipos.

- **Típico:** São todos os acidentes que ocorrem no desenvolvimento das atividades laborais no ambiente de trabalho, que provocam lesões que incapacitam o servidor em realizar seu desempenho, tais como: cortes, fraturas, queimaduras etc. Para caracterizar o acidente típico não é necessário que ele ocorra somente no setor em que o servidor trabalhe, basta que ocorra em qualquer dependência do estabelecimento, se o servidor estiver a serviço, dentro do seu horário de trabalho. Nos períodos destinados às refeições ou descanso no local de trabalho, ou para satisfazer necessidades fisiológicas, o servidor é considerado a serviço do órgão para fins de acidente em serviço, de forma que o acidente nesta hipótese também será considerado como acidente em serviço típico.

- **Acidente de trajeto:** São acidentes sofridos pelo empregado, no percurso da residência para o trabalho ou do trabalho para a residência. Para caracterizar este tipo de acidente, o servidor não poderá desviar de seu percurso habitual por interesse próprio, vez que, se tal fato ocorrer, será considerado acidente comum.
- **Doenças ocupacionais (atípico):** São doenças contraídas em função de exposição continuada, como exemplos de doenças respiratórias, auditivas ou físicas. Desenvolve-se agravos à saúde do trabalhador, como consequência da profissão que exercem ou exerceram, ou pelas condições adversas em que seu trabalho é ou foi realizado. Assim, o perfil de adoecimento e morte dos trabalhadores resultará da conjunção desses fatores, que podem ser sintetizados em três grupos de causas (Mendes & Dias, 1999):
 - a) Grupo I: doenças em que o trabalho é causa necessária, tipificadas pelas doenças profissionais, e pelas intoxicações agudas de origem ocupacional. Exemplo: intoxicação por chumbo, sílica, doenças profissionais legalmente reconhecidas;
 - b) Grupo II: doenças em que o trabalho pode ser um fator de risco, contributivo, mas não necessário, exemplificadas pelas doenças comuns, mais frequentes ou mais precoces em determinados grupos ocupacionais e para as quais o nexo causal é de natureza eminentemente epidemiológica. Exemplo: Hipertensão arterial, doença coronariana, doenças do aparelho locomotor e neoplasias malignas (cânceres), em determinados grupos ocupacionais ou profissões, constituem exemplo típico;
 - c) Grupo III: doenças em que o trabalho é provocador de um distúrbio latente, ou agravador de doença já estabelecida ou preexistente. Exemplo: doenças alérgicas de pele e respiratórias, transtornos mentais, em determinados grupos ocupacionais ou profissões.

Apesar da importância de todas as 37 Normas em suas respectivas áreas de atuação, este projeto de dissertação tem como proposta focar na Norma Regulamentadora nº 06 de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e na Norma Regulamentadora nº 18, de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, como destacados anteriormente nos objetivos específicos.

2.2 Norma Regulamentadora 06 – Equipamento de Proteção Individual

A norma regulamentadora foi originalmente editada pela Portaria do Ministério do Trabalho nº 3.214, de 08 de junho de 1978, de forma a regulamentar os artigos 166 e 167 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), conforme redação dada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que alterou o Capítulo V (da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da CLT.

A Norma Regulamentadora nº 6 (NR-06), conforme classificação estabelecida na Portaria SIT nº 787, de 29 de novembro de 2018, é norma especial, posto que regulamenta a execução do trabalho com uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), sem estar condicionada a setores ou atividades econômicas específicas.

Conforme o item 6.3.1 das Disposições Gerais da NR 06, publicado em Portaria MTB nº 3.214, de 08 de junho de 1978 e alterado/atualizado por meio da Portaria MTP nº 4.219, de 20 de dezembro de 2022, os fins de aplicação desta NR considera-se EPI o dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, concebido e fabricado para oferecer proteção contra os riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho.

O item 6.3.2 caracteriza como Equipamento Conjugado de Proteção Individual todo aquele utilizado pelo trabalhador, composto por vários dispositivos que o fabricante tenha conjugado contra um ou mais riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho. Alguns dos principais EPI's utilizados nos canteiros de obras da construção civil, objeto de pesquisa dessa dissertação, são capacetes, óculos de segurança, abafador de ruído, avental de raspa, máscara filtradora, cinto de segurança, calçado fechado de segurança e etc, como podemos ver no exemplo esquemático da Figura 3.



Figura 3. Desenho esquemático especificando os tipos de equipamentos de proteção individual
Fonte: WS Soluções corporativas. Por que usar EPI? (2022).

Quando se trata da Responsabilidade da Organização, ou seja, da instituição ou empresa contratante, cabe a ela, quanto ao EPI, de acordo com a NR06 (Portaria MTB nº 4.219 de 2022, pág. 2 e 3):

- a) adquirir somente o aprovado pelo órgão de âmbito nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- b) orientar e treinar o empregado;
- c) fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas situações previstas no subitem 1.5.5.1.2 da Norma;
- d) registrar o seu fornecimento ao empregado, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico, inclusive, por sistema biométrico;
- e) exigir seu uso;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica, quando aplicáveis esses procedimentos, em conformidade com as informações fornecidas pelo fabricante ou importador;
- g) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado; e
- h) comunicar ao órgão de âmbito nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho qualquer irregularidade observada.

Em relação as responsabilidades do trabalhador, ou seja, do funcionário contratado para desempenhar as atividades laborais, segundo a Norma Regulamentadora, 06 (Portaria MTB nº 4.219 de 2022, pág. 4) diz “caber ao trabalhador, quanto ao EPI”:

- a) usar o fornecido pela organização, observado o disposto no item 6.5.2¹;
- b) utilizar apenas para a finalidade a que se destina;
- c) responsabilizar-se pela limpeza, guarda e conservação;
- d) comunicar à organização quando extraviado, danificado ou qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e
- e) cumprir as determinações da organização sobre o uso adequado.

¹ A organização deve selecionar os EPI, considerando: a) a atividade exercida; b) as medidas de prevenção em função dos perigos identificados e dos riscos ocupacionais avaliados; c) o disposto no Anexo I; d) a eficácia necessária para o controle da exposição ao risco; e) as exigências estabelecidas em normas regulamentadoras e nos dispositivos legais; f) a adequação do equipamento ao empregado e o conforto oferecido, segundo avaliação do conjunto de empregados; e g) a compatibilidade, em casos que exijam a utilização simultânea de vários EPI, de maneira a assegurar as respectivas eficácias para proteção contra os riscos existentes (Ministério do Trabalho (2022).

Em relação ao tópico de treinamentos e informações em segurança do trabalho, especificamente no item 6.7.2, a Norma Regulamentadora 06 (Portaria MTB nº 4.219 de 2022, pág. 4), diz “que quando do fornecimento de EPI, a organização deve assegurar a prestação de informações, observadas as recomendações do manual de instruções fornecidas pelo fabricante ou importador do EPI, em especial sobre”:

- a) descrição do equipamento e seus componentes;
- b) risco ocupacional contra o qual o EPI oferece proteção;
- c) restrições e limitações de proteção;
- d) forma adequada de uso e ajuste;
- e) manutenção e substituição; e
- f) cuidados de limpeza, higienização, guarda e conservação.

Na prática, a NR 6 visa atuar na prevenção de acidentes, especialmente aqueles considerados previsíveis devido ao perfil da atividade desempenhada. Logo, é essencial para garantir a segurança do trabalho e, conseqüentemente, o bem-estar físico e mental aos profissionais.

2.3 Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO) e Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)

Com as últimas revisões e alterações das Normas Regulamentadoras 09 e 18, os programas específicos da NR 09 – PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e da NR 18 – PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil) sofreram descontinuidade, sendo contemplados em um só programa, o Programa de Gerenciamento de Riscos ou PGR que constitui o Gerenciamento de Riscos Ocupacionais ou GRO, que entraram em vigor a partir de 03 de janeiro de 2022.

De acordo com a nova Publicação da Portaria do Ministério do trabalho, SEPRT nº 8.873, de 23 de julho de 2021 e atualizações da Norma Regulamentadora nº 01 de Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais, o GRO é o conjunto de ações coordenadas de prevenção que têm por objetivo garantir aos trabalhadores condições e ambientes de trabalho seguros e saudáveis.

No GRO deverá constar o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), sendo a materialização do processo de Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (por meio de documentos físicos ou por sistema eletrônico), visando à melhoria contínua das condições da exposição dos trabalhadores por meio de ações multidisciplinares e sistematizadas, como se pode visualizar no organograma apresentado na Figura 4.



Figura 4. Gerenciamento de Riscos Ocupacionais e Programa de Gerenciamento de Riscos.
Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego (2022).

O Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) deve ser idealizado, no mínimo, por dois documentos (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022):

- **Inventário de Riscos Ocupacionais**, que compreende as etapas de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos, de modo a estabelecer a necessidade de medidas de prevenção;
- **Plano de Ação**, onde se estabelecem as medidas de prevenção a serem introduzidas, aprimoradas ou mantidas, de modo a eliminar, reduzir ou controlar os riscos ocupacionais.

Para o inventário de riscos ocupacionais, segundo o item 1.5.7.3.2 da NR 1 de disposições gerais e Gerenciamento de riscos Ocupacionais, deve contemplar as seguintes informações (Portaria MTP nº 4.219/2022):

- a) caracterização dos processos e ambientes de trabalho;
- b) caracterização das atividades;
- c) descrição de perigos e de possíveis lesões ou agravos à saúde dos trabalhadores, com a identificação das fontes ou circunstâncias, descrição de riscos gerados pelos perigos, com a indicação dos grupos de trabalhadores sujeitos a esses riscos, e descrição de medidas de prevenção implementadas;
- d) dados da análise preliminar ou do monitoramento das exposições a agentes físicos, químicos e biológicos e os resultados da avaliação de ergonomia nos termos da NR-17.
- e) avaliação dos riscos, incluindo a classificação para fins de elaboração do plano de ação; e
- f) critérios adotados para avaliação dos riscos e tomada de decisão.

Já para o plano de ação, existem várias ferramentas e técnicas de avaliação de riscos e metodologias para o processo e análise dos riscos. De acordo com a ABNT ISO/IEC 31010 (2012) de Gestão de Riscos – Técnicas para o processo, conceitua-se como a finalidade do processo de avaliação de riscos é fornecer informações baseadas em evidências e análises para tomar decisões informadas sobre como tratar riscos específicos e como selecionar entre opções. Alguns dos principais benefícios da realização do processo de avaliação de riscos incluem:

- a) entender o risco e seu potencial impacto sobre os objetivos;
- b) fornecer informações aos tomadores de decisão;
- c) contribuir para o entendimento dos riscos a fim de auxiliar na seleção das opções de tratamento;
- d) identificar os principais fatores que contribuem para os riscos e os elos fracos em sistemas e organizações;
- e) comparar riscos em sistemas, tecnologias ou abordagens alternativas;
- f) comunicar riscos e incertezas;
- g) auxiliar no estabelecimento de prioridades;
- h) contribuir para a prevenção de incidentes com base em investigação pós-incidente;
- i) selecionar diferentes formas de tratamento de riscos;
- j) atender aos requisitos regulatórios;
- k) fornecer informações que ajudarão a avaliar a conveniência da aceitação de riscos quando comparados com critérios predefinidos;
- l) avaliar os riscos para o descarte ao final da vida útil de um produto ou serviço.

A Partir das identificações dos inventários de riscos ocupacionais e das medidas do plano de ação, técnicas e métodos de avaliação de riscos devem ser definidas. A ABNT ISO/IEC 31010 (2012) estabelece alguns métodos e técnicas de avaliação de riscos além de como deve ser aplicado o método:

- **Brainstorming:** Envolve estimular e incentivar o livre fluxo de conversação entre um grupo de pessoas conhecedoras para identificar os modos de falha potenciais e os perigos e riscos associados, os critérios para decisões e/ou opções para tratamento. O termo a "*brainstorming*" é frequentemente utilizado muito livremente para qualquer tipo de discussão em grupo. Entretanto, o verdadeiro *brainstorming* envolve técnicas específicas para tentar assegurar que a imaginação das pessoas é provocada pelos pensamentos e declarações de outras pessoas no grupo.
- **Entrevistas estruturadas ou semiestruturadas:** Em uma entrevista estruturada, os entrevistados são solicitados individualmente a responder a um conjunto de questões pré-elaboradas que constam de um roteiro de instruções e que incentivam o entrevistado a ver uma situação a partir de uma perspectiva diferente e, assim, identificar os riscos ou problemáticas a partir desta perspectiva. Uma entrevista semiestruturada é semelhante, porém permite mais liberdade para uma conversa que explore questões que surjam.
- **Técnica de Delphi:** É um procedimento para obter um consenso confiável de opiniões de um grupo de especialistas. Embora muitas vezes o termo seja agora amplamente utilizado para significar qualquer forma de brainstorming, uma característica essencial da técnica Delphi, como originalmente formulada, era a de que os especialistas expressavam suas opiniões individual e anonimamente e tinham acesso aos pontos de vista de outros especialistas à medida o processo evoluía.
- **Lista de verificação:** são listas de perigos, riscos ou falhas de controle que foram desenvolvidas normalmente a partir da experiência, como resultado de um processo de uma avaliação de riscos anteriores ou como um resultado de falhas passadas.
- **APP – Análise preliminar de perigos:** É um método comumente realizado no início do desenvolvimento de um projeto quando há pouca informação sobre detalhes do projeto ou procedimentos operacionais e pode muitas vezes ser uma precursora para estudos adicionais ou fornecer informações para a especificação do projeto de um sistema. Ela também pode ser útil ao analisar os sistemas existentes para priorizar os perigos e riscos para análise adicional ou quando as circunstâncias impedem a utilização de uma técnica mais extensiva.
- **HAZOP – Estudo de perigos e operabilidade:** HAZOP é o acrônimo para "*HAZard and OPerability Study*" e é um exame estruturado e sistemático de um produto, processo, procedimento ou sistema existente ou planejado. É uma técnica para identificar os riscos para pessoas, equipamentos, ambiente e/ou objetivos organizacionais. Espera-se também que a equipe de estudo, sempre que possível, forneça uma solução para o tratamento do risco. Seu processo é uma técnica qualitativa baseada no uso de palavras-

guia as quais questionam como a intenção do projeto ou as condições de operação podem não ser atingidas a cada etapa do projeto, processo, procedimento ou sistema.

- **APPCC – Análise de perigos e pontos críticos de controle:** Fornece uma estrutura para a identificar perigos e pôr em prática controles em todas as partes pertinentes de um processo para proteger dos perigos e manter a confiabilidade da qualidade e segurança de um produto. A APPCC tem como objetivo assegurar que os riscos sejam minimizados por controles ao longo do processo ao invés de mediante a inspeção do produto final.
- **SWIFT – Técnica estruturada “E se”:** Foi originalmente desenvolvida como uma alternativa mais simples para o HAZOP. É um estudo sistemático, baseado em trabalho em equipe, que utiliza um conjunto de palavras ou frases de ‘comando’ que é usado pelo facilitador dentro de uma oficina de trabalho para estimular os participantes a identificarem riscos. O facilitador e a equipe utilizam frases padrão do tipo “e se” em combinação com os comandos para investigar como um sistema, item de instalações, organização ou procedimento será afetado por desvios de comportamento e operações normais.
- **FMEA - Análise de modo e efeito de falha:** A análise de modo e efeito de falha (FMEA) é uma técnica utilizada para identificar as formas em que componentes, sistemas ou processos podem falhar em atender o intuito de seu projeto.
- **Matriz de probabilidade/consequência:** É um meio de combinar classificações qualitativas ou semiquantitativas de consequências e probabilidades, a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco.
- **Simulação ou análise de cenários:** A análise de cenários é um nome dado para o desenvolvimento de modelos descritivos de como o futuro poderá ser. Pode ser utilizada para identificar os riscos, considerando possíveis desenvolvimentos futuros e explorando suas implicações. Os conjuntos de cenários (por exemplo) ‘melhor caso’, ‘pior caso’ e ‘caso esperado’, podem ser utilizados para analisar consequências potenciais e suas probabilidades para cada cenário como uma forma de análise da sensibilidade ao analisar o risco.

A escolha do método vai depender das condições do local de trabalho, por exemplo, o seguimento econômico da empresa, o número de trabalhadores, o tipo de atividades de trabalho e equipamentos, as características específicas do local de trabalho e os riscos específicos da Instituição.

2.4 Norma Regulamentadora 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

Neste tópico, se apresenta a norma que será base do seguimento específico para alcançar os objetivos deste projeto de pesquisa, de modo a melhorar as informações para capacitações e gerenciamento de riscos e análise de cenários, no caso, o seguimento da construção civil.

Dentre as normas de segurança do trabalho que legislam as atividades da construção civil, a Norma Regulamentadora número 18 é a principal delas. De acordo com o item 18.1, com portaria atualizada MTB nº 261, de 18 de abril de 2018, são estabelecidas as diretrizes de ordem administrativa, planejamento e organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção. Algumas das metas traçadas pela norma são:

- a) Assegurar a saúde e a integridade física dos trabalhadores;
- b) Estabelecer as responsabilidades e atribuições de quem gere as obras;
- c) Definir medidas protetivas e preventivas, desviando os trabalhadores de ações e situações arriscadas;
- d) Definir e operar mecanismos de prevenção durante os processos de execução de obras em canteiros;
- e) Valorizar as técnicas de execução de cada tarefa, minimizando os riscos de doenças e acidentes.

A NR 18 estabelece e compreende a segurança do trabalho em todas as etapas da execução de uma obra civil, desde a implantação das primeiras instalações como tapumes e canteiro de obras, até a entrega do empreendimento, contemplando todas as áreas multidisciplinares envolvidas no processo.

Dentre as indústrias que mais apresentam perigos aos trabalhadores, a da construção civil é uma das que apresenta maior número de riscos ambientais com suas fontes geradoras, meios de propagação e agentes.

De acordo com o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, por meio da plataforma de dados *SmartLab* (2022), do ano de 2012 a 2022, foram registrados pelo CAT (Notificações de Acidentes de Trabalho) cerca de 139.173 casos de acidentes em todo o país, no setor da construção civil de edificações, ficando apenas atrás, também nesse período, em setores econômicos como atividades hospitalares, comércio varejistas de hipermercados e supermercados, administração pública em geral e transporte rodoviário de cargas.

Se forem analisados apenas os dados do ano de 2022, também apresentado pela plataforma (*SmartLab* 2022), foram registrados cerca de 10.492 casos só no ano passado. Quando filtrados com acidentes com casos letais, o setor passa de quinto no *ranking* geral, para segundo, com quase 100 mortes registradas no ano passado, ficando apenas atrás das atividades em transportes rodoviários de cargas com quase 300 acidentes letais registrados no ano de 2022.

A figura 5 demonstra o setor econômico com mais notificações de acidentes de trabalho com mortes no país, considerado o universo de trabalhadores com vínculo de emprego no ano de 2022.

Diante dos dados apresentados, é importante e imprescindível que todos os profissionais envolvidos no canteiro de obras tenham, além do máximo cuidado, também o máximo de informação, instrução e capacitação em sua atividade laboral. Segundo a Relação Anual de Informações Sociais – RAIS (2022), o risco de uma pessoa se acidentar fatalmente nesse setor é maior do que o dobro da média de trabalhadores em geral.

O Quadro 1 apresenta algumas das principais funções e atividades encontradas no canteiro de obras e os possíveis riscos ambientais e agentes identificados, com base em classe de trabalhadores representados pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA (2022).

Função/cargo no canteiro de obras	Riscos ambientais	Fonte Geradora	Agentes/Exposição /Causas	Problemas causados
Eletricista	Acidentes	Corrente elétrica	Descarga elétrica; Explosões; Trabalho em altura	Queimaduras; convulsões; lesões; choques elétricos; quedas; traumas; invalidez; amputações; Mortes.
Pedreiro	Ergonômicos; Químicos; Acidentes; Físicos; Biológicos;	Serra circular/Mármore; máquinas e equipamentos sem manutenção; altas temperaturas; insolação; ferramentas inadequadas ou defeituosas; marretes ou martelos.	Esforço físico intenso e repetitivo; postura inadequada; levantamento de peso; poeiras; calor; radiação solar; cortes e perfurações; trabalho em altura.	Dores na lombar; lesões por esforço repetitivo; distúrbios osteomusculares; tontura; desidratação; hipertensão; alergias; asfixia; asma; lesões; invalidez; quedas; traumas; amputações; mortes; tétano;
Operador de britadeira	Ergonômicos; Químicos; Acidentes; Físicos;	Britadeira; altas temperaturas; insolação; máquinas e equipamentos sem manutenção; ferramentas inadequadas ou defeituosas.	Esforço físico intenso e repetitivo; postura inadequada; poeira; ruídos; vibrações; calor; radiação solar; cortes e perfurações;	-Dores na lombar; lesões por esforço repetitivo; distúrbios osteomusculares; tontura; desidratação; hipertensão; alergias; asfixia; asma; lesões; invalidez; amputações; mortes;
Soldador	Ergonômicos; Químicos; Acidentes; Físicos;	Máquina de solda; máquinas e equipamentos sem manutenção; altas temperaturas; ferramentas inadequadas ou defeituosas.	Esforço físico intenso e repetitivo; postura inadequada; fumos; ruídos; vibrações; calor; radiações.	Dores na lombar; lesões por esforço repetitivo; distúrbios osteomusculares; tontura; desidratação; hipertensão; alergias; asfixia; asma; devido inalação, destruição das membranas do pulmão; câncer; lesões; invalidez;

				mortes.
Mestre de obras	Químicos; Acidentes; Físicos;	Máquinas e equipamentos sem manutenção; altas temperaturas; ferramentas inadequadas ou defeituosas; queda de objetos.	Ruídos; calor; radiação solar; cortes e perfurações;	Desidratação; lesões; invalidez; traumas; amputação; mortes.
Armador de ferragens	Ergonômicos; Acidentes; Físicos; Biológico;	Serra; ferragens; máquinas e equipamentos sem manutenção; altas temperaturas; ferramentas inadequadas ou defeituosas; queda de objetos.	Esforço físico intenso e repetitivo; postura inadequada; ruídos; calor; radiação solar; cortes e perfurações.	Dores na lombar; lesões por esforço repetitivo; distúrbios osteomusculares; tontura; desidratação; hipertensão; lesões; invalidez; mortes; tétano;
Pintor	Ergonômicos; Acidentes; Físicos; Químicos;	Máquinas e equipamentos sem manutenção; altas temperaturas; ferramentas inadequadas ou defeituosas; produtos químicos.	Esforço físico intenso e repetitivo; postura inadequada; calor; radiação solar; poeira; compostos ou produtos que possam penetrar no organismo; exposição a óleos; trabalho em altura.	Dores na lombar; lesões por esforço repetitivo; distúrbios osteomusculares; tontura; desidratação; hipertensão; alergias; asfixia; asma; devido inalação, destruição das membranas do pulmão; câncer; quedas; traumas; invalidez; mortes.
Carpinteiro	Ergonômicos; Acidentes; Físicos; Químicos;	Serra; prego e martelo. Máquinas e equipamentos sem manutenção; altas temperaturas; ferramentas inadequadas ou defeituosas.	Esforço físico intenso e repetitivo; Postura inadequada; calor; radiação solar; poeira; cortes e perfurações; trabalho em altura;	Dores na lombar; lesões por esforço repetitivo; distúrbios osteomusculares; tontura; desidratação; hipertensão; alergias; asfixia; asma; devido inalação, destruição das membranas do pulmão; câncer; quedas; traumas; lesões; amputações; invalidez; mortes;
Arquitetos e Engenheiros	Acidentes; Físicos;	Altas temperaturas; queda de objetos.	Ruídos; calor; radiação solar; cortes e perfurações.	lesões; desidratação; traumas; amputação; mortes;

Quadro 1. Relação de cargos e funções na construção civil e os possíveis riscos ambientais.
Fonte: O autor (2023).

2.5 O lúdico, o Game Design e a Gamificação

2.5.1. Ludos

O elemento lúdico é um fator primordial no que tange o estudo e aplicação do *game design* e da gamificação. O holandês Johan Huizinga foi precursor nos estudos sobre o papel do elemento lúdico na cultura e na civilização moderna, influenciando métodos, pesquisas, análises e implementações no design de jogos. Em 1938, lançou o livro “**Homo Ludens**”, uma obra que analisa o jogo como um fenômeno cultural. O livro adota uma perspectiva histórica abrangente, recorrendo a estudos etimológicos e etnográficos de sociedades e culturas distantes.

Segundo Huizinga (1938), em seu livro, “Ludus” vem do latim, do qual significa brincar, jogar, exercitar. Então ludificar é um verbo de ação, que pode ser sinônimo de surpreender, engajar, aprender, ensinar, interagir, reagir e investigar novidades.

Pode-se destacar uma das reflexões mais importantes de **Huizinga**, que se refere à análise do sério e do lúdico por meio do conceito chamado “**Círculo Mágico**”. Segundo o autor, esse círculo representa uma área na qual entramos e saímos quando nos envolvemos em atividades de entretenimento. Nesse ambiente, repleto de sonhos, narrativas, catarse e diversão, sempre emergimos transformados, carregados de significado e experiência, como podemos visualizar no exemplo da figura a seguir.

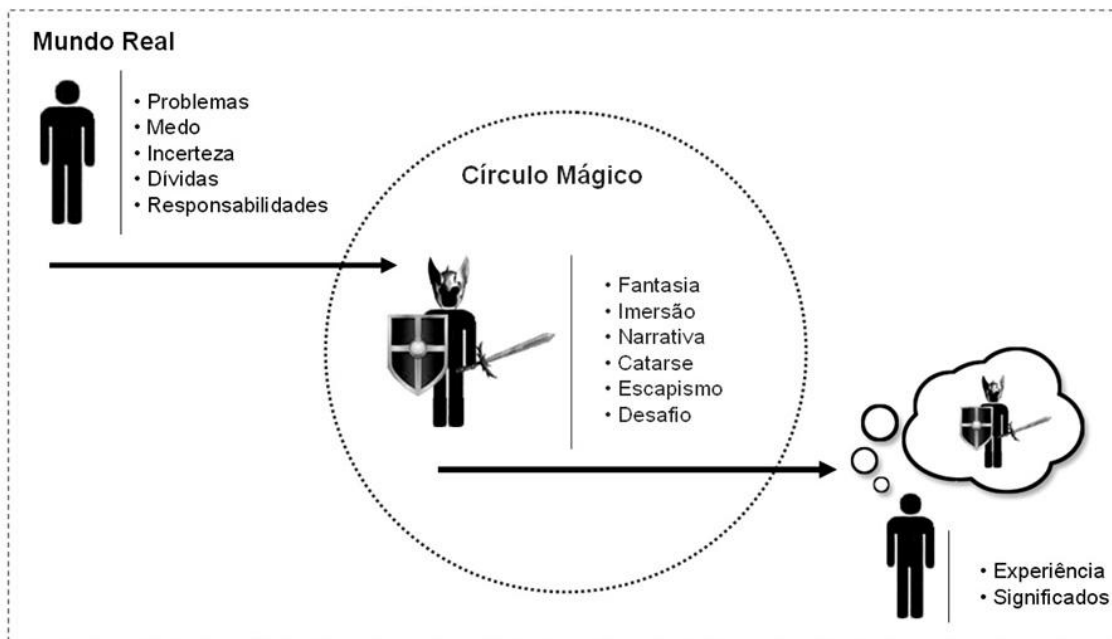


Figura 6. Teoria do Círculo Mágico, por Johan Huizinga.
Fonte: Homo Ludens (1938).

O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da “vida cotidiana.” (Johan Huizinga, 1938).

2.5.2. Teoria do Design de jogos

O *game design* é a área responsável por criar, gerenciar e planejar o desenvolvimento do design, elementos, regras, mecânicas e dinâmicas de jogos digitais. Esse processo abrange desde a fase inicial ou conceitual até a sua concepção (*build*) para diversas plataformas, como videogames, computadores, dispositivos móveis, aplicativos, entre outros. O profissional responsável pelo design de um jogo é conhecido como **Game Designer**. Dentro de uma equipe de **desenvolvimento de jogo**, o *Game Designer* é o cérebro por trás de todo o projeto. Ele cria e idealiza o jogo, suas interações, enredo, regras e todos os elementos que deverão existir dentro deste jogo.

A criação dos jogos por meio da aplicação do *Game Design* vem se formando muito antes de formação culturais de certas civilizações (Huizinga, 1938). Portanto, os jogos que conhecemos hoje podem ser divididos entre aqueles que foram criados em algum momento perdido da história e evoluíram, como a família de jogos africanos que são variações de Mancala (figura 7), jogo de tabuleiro de origem africana, também conhecido como o Xadrez do Oriente. O jogo está relacionado ao ato de semear e colher as sementes na terra.



Figura 7. Jogo de Tabuleiro Mancala.
Fonte: Ludeka.com.br (2022).

Tem-se também aqueles jogos que foram esquecidos e posteriormente recuperados, como Senet (Figura 8), que é um jogo de tabuleiro do Antigo Egito. A menção mais antiga do Senet é datada de 2686 A.C. na Mastaba (túmulo egípcio) de Hesy-Re médico do antigo Egito. (A vida no Egito: **Senet: O jogo de tabuleiro mais antigo do mundo**, por Mayara Carmo, 2023).



Figura 8. Jogo de Tabuleiro Senet.
Fonte: Wikipedia (2022).

Há também jogos cuja origem não conhecemos precisamente, seja devido a um autor específico ou uma empresa, como é o caso do *Monopoly* (Figura 9), um dos jogos de tabuleiro mais populares do mundo, em que propriedades como casas, hotéis, empresas são compradas e vendidas, objetivando que os jogadores enriqueçam ou sejam falidos.



Figura 9. Jogo de Tabuleiro Monopoly.
Fonte: Super Legal Brinquedos (2022).

As tecnologias foram melhorando ao longo dos anos e, principalmente a partir dos anos 90, contemplaram inovações com os jogos *Mortal Kombat* (1992) e *Donkey Kong* (1994) do console Super Nintendo (Figura 10).

Com o crescimento da indústria, muitos profissionais e pesquisadores têm buscado criar teorias e inovações na aplicação do design de jogos, com metodologias e *frameworks* que possibilitam melhor compreensão dos elementos que compõem um jogo, auxiliando o *game designer* na criação.



Figura 10. Game Donkey Kong Country do Super Nintendo.
Fonte: Nintendo (1994).

Esses elementos que compõem o Game Design foram importantes para a evolução e consolidação de técnicas e dinâmicas orientada a jogos em um contexto de não jogo conhecida como *Gamificação*.

2.5.3. Gamificação

O primeiro conceito de gamificação veio à tona na década de 70, quando companhias aéreas usaram sistemas de recompensa e incentivos, como programas de milhagem, objetivando o acúmulo de pontos para encorajar a fidelidade do cliente. Entretanto, o termo ganhou destaque apenas em 2002, quando Nick Pelling, um programador britânico, o utilizou para descrever a aplicação de elementos de jogos em situações do mundo real, por meio de sua empresa de consultoria em ludificação, Conundra Ltda.

Em 2010, a gamificação atraiu atenção significativa após a palestra de Jane McGonigal no TED (séries de conferência), enfatizando o potencial dos jogos para resolver problemas do mundo real. Uma publicação de 29 de julho de 2020 da *Business School* (2020), com o tema “Gamificação: o que é, vantagens e como implementar”, exemplifica de maneira simples a aplicação da Gamificação em uma determinada empresa, contextualizando onde uma equipe de assistentes esteja dando suporte para a digitalização dos documentos em uma empresa com vários anos de funcionamento.

Nesta empresa, décadas de pedidos, contratos e comprovantes estão guardados dentro de pastas físicas. Chegando ao escritório, a equipe de assistentes é informada de que terá um mês para digitalizar todos os papéis, mantendo uma versão completa e organizada em um sistema de nuvem (o espaço para armazenamento virtual na internet).

Nesse processo, eles passariam semanas realizando uma tarefa tediosa, e para melhorar o empenho da equipe dentro de um processo mais divertido e produtivo, o gestor decide incentivar o trabalho implementando elementos de *games*, estabelecendo fases que, quando encerradas, conferem premiações para todos. Ao final do processo os funcionários mais dedicados vão receber uma gratificação e a equipe ganharia um almoço ou jantar especial para celebrar o empenho do grupo. A Gamificação pode se inspirar tanto em jogos antigos quanto nos de novas gerações.

A gamificação impulsiona os meios educativos e instrucionais, seja para estudantes de uma escola ou para funcionários de uma empresa, aplicando conceitos como:

- **Facilitar a Aprendizagem:** Proporcionar um ambiente que motive os usuários a aprenderem de forma autônoma e engajada;
- **Reforçar Conceitos:** Reforçar ou expandir conceitos aprendidos por meio de métodos tradicionais de ensino.
- **Engajamento e Motivação:** Os jogos educativos capturam o interesse dos usuários, tornando o processo de aprendizagem mais divertido e envolvente;
- **Aprendizagem Baseada em Problemas:** Estimulam a resolução de problemas e o pensamento crítico por meio de desafios interativos;

Com a sua consolidação e importância para com empresas e instituições, a gamificação se expandiu por diversas áreas, além da educação, como por exemplo na saúde, marketing, negócios e treinamento corporativo. Logo, empresas começaram a adotar elementos de jogos em seus aplicativos, sites e programas para envolver os usuários e clientes. Alguns exemplos do conceito de gamificação implementado nessas áreas são:

- **Puzzles:** desafios de lógica, resolução de problemas e raciocínio. Propiciam a resolução de problemas e desafios, estimulando o pensamento crítico e estratégico (Figura 11).



Figura 11. WW2 – Game de lógica em campo minado.
Fonte: Plataforma Steam. The 6-month initiative (2021).

- **Linguagens:** focam no desenvolvimento de habilidades linguísticas, incluindo vocabulário, gramática, compreensão e idiomas (Figura 12).



Figura 12. Reader Rabbit's Interactive Reading.
Fonte: The Learning Company (1996).

- **Matemática:** exploram conceitos matemáticos e científicos, incentivando o aprendizado em disciplinas STEM - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (Figura 13).

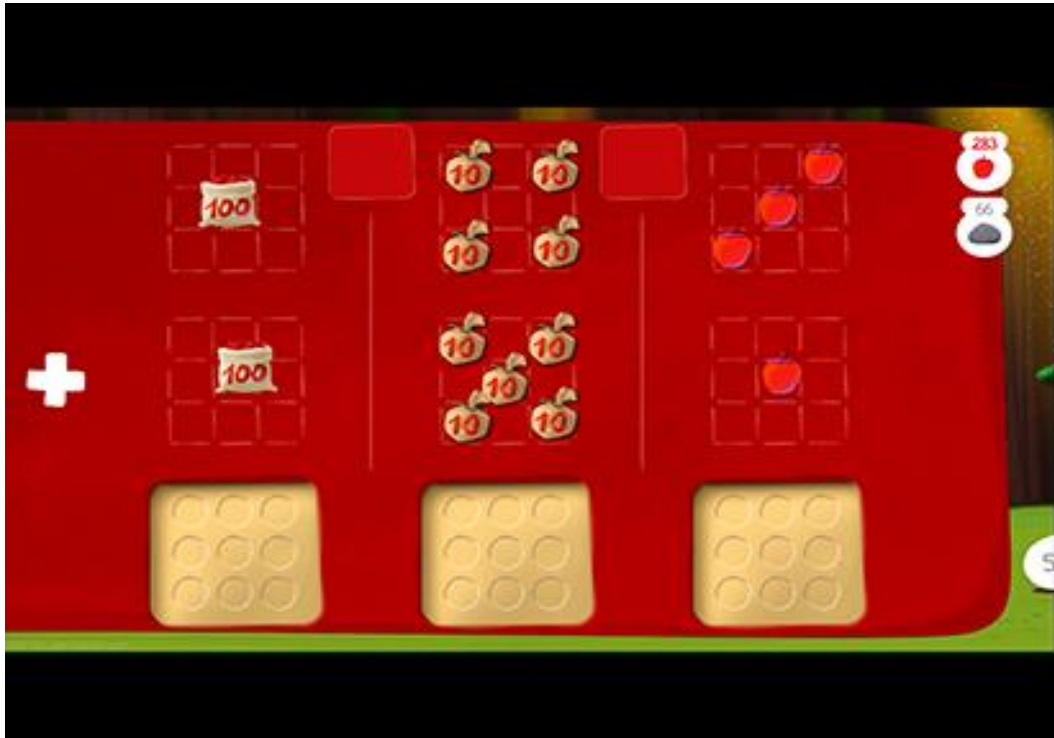


Figura 13. Matemática Dragonbox.
Fonte: Dragonbox (2024).

- **Quiz:** Testam o conhecimento dos jogadores por meio de perguntas, respostas e competições (Figura 14).

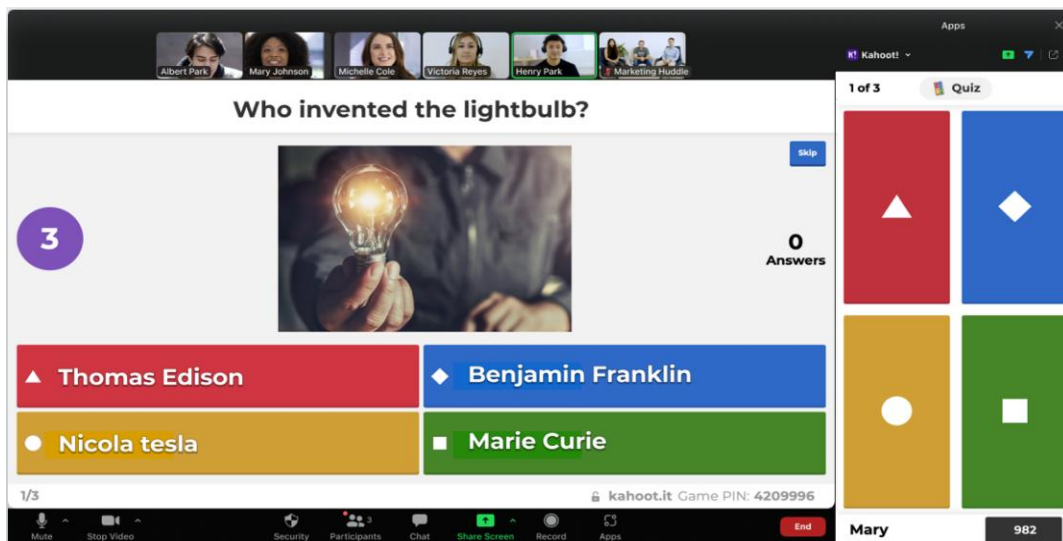


Figura 14. Plataforma Kahoot.
Fonte: Kahhot.com (2024).

- **Simuladores:** As simulações instrucionais permitem aos alunos explorar e aprender em ambientes virtuais representativos da vida real, promovendo o aprendizado prático em um ambiente virtual controlado. (Figura 15).



Figura 15. *Flight Simulator*.
Fonte: Plataforma Steam. Asobo Studio (2024).

- **Instrucionais corporativas:** treinamento de funcionários em habilidades específicas relacionadas ao trabalho. Eles oferecem um ambiente dinâmico e interativo que facilita o aprendizado prático. (Figura 16).



Figura 16. Instrução por meio de gamificação e realidade virtual.
Fonte: SENAC (2022).

- **Atendimento ao cliente e Recursos humanos:** Desenvolvido pela IBM, o "*IBM CityOne*" é um sistema *gamificado* voltado para profissionais de negócios. Ele simula desafios e situações do mundo real em setores como energia, varejo e bancos, oferecendo uma oportunidade de aprendizado interativo (Figura 17).



Figura 17. IBM CityOne.
Fonte: IBM (2010).

- **Medicina e saúde:** São utilizados para treinar profissionais de saúde ou educar pacientes sobre condições médicas. O *Incision VR*, é uma ferramenta de realidade virtual que permite aos usuários praticarem procedimentos cirúrgicos em um ambiente simulado e interativo, projetado para fornecer uma experiência realista de cirurgia e promover o aprendizado prático. (Figura 18).



Figura 18. *Incision VR*.

Fonte: Canal Medical Animation & VR Sugery (2019).

Pode-se complementar as definições do conceito de processos e sistemas por meio de elementos e mecânicas de jogos, a partir das seguintes citações de especialistas:

Um game é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que termina com um resultado quantificável. Os elementos-chave dessa definição o fato de que um game é um sistema, onde jogadores interagem com o sistema, é uma instância de conflito, o conflito é artificial, as regras limitam o comportamento do jogador e definem o game, e todo game tem um resultado quantificável, ou objetivo. (K. Salen e E. Zimmermann. As regras do jogo: Fundamentos do Design de Jogos, em dois volumes, Rio de Janeiro, 2012).

[...] um game é um sistema em que os jogadores se envolvem em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, acabando em um resultado qualificável e, muitas vezes, provocando uma reação emocional (K.M. Kapp, The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education, Wiley, Nova York, 2012).

Ainda se destaca a importância dos games além do entretenimento, como no papel e impacto social, afirmando que:

[...] jogos forçam você a decidir, escolher, priorizar. Todos os benefícios intelectuais do jogo derivam desta virtude fundamental, porque aprender a pensar é, em última análise, aprender a tomar as decisões certas: avaliar as evidências, analisar situações, consultar seus objetivos de longo prazo, e, em seguida, decidir. Nenhuma outra forma cultural pop envolve diretamente instrumentos de tomada de decisão do cérebro como esse (S. Johnson, O poder inovador da diversão: como o prazer e o entretenimento mudaram o mundo, Zahar, Rio de Janeiro, 2017).

Por fim, pode-se concluir o jogo com uma definição simples de sua essência, que envolve e requer: objetivo, assumindo um senso de finalidade; regras, onde orientam os participantes ao longo da jornada; resultados ou *feedbacks*, dos quais os jogadores percebem se a jornada está sendo concluída e perto do fim; conflitos e desafios, comprovando o empenho e eficiência do participante; a interação, seja de forma competitiva ou cooperativa; e a representação ou enredo daquela situação ou contexto. Com as definições de conceitos de *Game Design* apresentadas, têm-se uma melhor base para tratar da implementação de Gamificação Instrucional na Engenharia de Segurança e Saúde do Trabalho.

É bom destacar que não necessariamente um game é um sistema gamificado. Algumas linhas de estudo entendem que possam haver diferenças. Um game deve implementar um fluxo de jogo, com grau de dificuldades, objetivos, mecânicas, controles, regras, vitórias e derrotas. Já a gamificação é conceitual de forma a instruir ou premiar alguma pessoa, grupo, equipe ou instituição, ou seja, leva em consideração mais o aprendizado e alcance de objetivos (Alves, 2015).

Definidos os conceitos de jogos e gamificação, foi realizada uma pesquisa de mercado e indústria dos jogos, levantando e compreendendo informações sobre a história e atualidade dos games, suas evoluções e gerações, assim como o processo de desenvolvimento de um jogo e a implementação de sistemas, experiências e interfaces usuais, principalmente de gênero educacional. Durante essa pesquisa, foram realizados levantamentos e testagens de jogos, plataformas, ferramentas, aplicativos e interfaces para o referencial de implementações, mecânicas e usabilidades propostos para o projeto, o que será mais bem explicitado no capítulo da Metodologia e, posteriormente, na Análise de Similares.

CAPÍTULO 3

Metodologia

MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa utilizada será de abordagem qualitativa e sua natureza será de pesquisa aplicada, objetivando gerar conhecimentos na prática, envolvendo interesses da região norte.

Na etapa de aplicação do questionário, por se tratar de questões que avaliam e estudam a qualidade da segurança dos trabalhadores nas práticas laborais em setores da construção civil, irá produzir variáveis qualitativas, na sua maioria do tipo nominal. Os questionários serão aplicados em empresas/construtoras de Manaus/AM, sendo 7 perguntas para os representantes das instituições e 8 perguntas para os trabalhadores ou representantes de conselhos de classe trabalhadora.

O levantamento e coleta de informações e análise dos ambientes e cenários, serão realizados por meio de estudos de casos das duas empresas do ramo de construção, preferencialmente de condomínios residenciais, delimitado aos espaços que seus usuários e trabalhadores realizam as atividades laborais, bem como dos desenvolvimentos de projeção dos gestores e projetistas dos planos de prevenções de riscos desses ambientes, por meio de pesquisas de opinião.

3.2. Método e técnicas de avaliação de risco

Além de seguir as Normas Regulamentadoras geridas pelo Ministério do Trabalho, serão adotados métodos de gerenciamento e avaliação dos riscos ambientais.

3.2.1 Simulação ou Análise de Cenários

O método de Simulação ou Análise de cenários, estabelecido pela ABNT ISO/IEC 31010 (2012), orienta no desenvolvimento de modelos descritivos acerca de como o futuro poderá ser.

Pode ser utilizada para identificar os riscos, considerando possíveis desenvolvimentos futuros e explorando suas implicações, para antecipar como tanto ameaças quanto oportunidades podem se desenvolver e pode ser utilizada para todos os tipos de risco com ambas as escalas de tempo, de curto e longo prazo.

Já seu processo pode ser desenvolvido formalmente ou informalmente. Definido o contexto do problema e questões a serem consideradas, é preciso então identificar a natureza das mudanças que possam ocorrer. Isto necessitará de pesquisa sobre as principais tendências e o provável momento

de mudanças dessas tendências, bem como o pensamento imaginativo sobre o futuro. Segundo a ABNT ISO/IEC 31010 (2012, pg. 41) Essas tendências ou possíveis alterações podem ser consideradas a partir dos seguintes pontos:

- mudanças externas (tais como mudanças tecnológicas);
- decisões que precisam ser tomadas num futuro próximo, porém que podem ter uma variedade de resultados;
- necessidades das partes interessadas e como elas podem mudar;
- mudanças no macroambiente (regulatório, demográfico etc.). Algumas são inevitáveis e outras são incertas.

Algumas vezes, uma mudança pode ser devida às consequências de outro risco. Por exemplo, o risco das alterações climáticas ou do tempo podem trazer riscos ambientais ou afetar as boas práticas do serviço de um eletricitista, potencializando descargas elétricas. Isto influenciará nos riscos de acidente de trabalho que o trabalhador estará exposto. Os fatores macro e locais ou tendências podem agora ser listados e classificados por (1) importância (2) incerteza. Atenção especial é dada aos fatores que são mais importantes e mais incertos. Os fatores-chave ou tendências são mapeados uns contra os outros para mostrar áreas onde os cenários podem ser melhorados.

Uma série de cenários é proposta com cada um focando em uma mudança plausível em parâmetros. Uma "história" detalhada é descrita para cada cenário que explica como pode-se mover de um local arriscado para um cenário mais seguro. Os cenários podem então ser utilizados para testar ou avaliar a questão original, do qual leva em consideração quaisquer fatores significativos, porém previsíveis (por exemplo, padrões de uso) e em seguida, explora como o serviço seria 'bem-sucedido' neste novo cenário, e os resultados de 'pré-testes' utilizando as perguntas com "e se", baseadas em premissas do modelo. Quando a pergunta ou proposta for avaliada em relação a cada cenário, pode ser óbvio que seja necessário modificá-lo para torná-lo mais robusto ou menos arriscado.

Com o método aplicado, o conjunto de ambientes de 'melhor caso', 'pior caso' e 'caso esperado', estabelecidos dentro de determinados prazos (curto e longo) dependendo da obra ou seu tipo de serviço, poderá ser projetadas as interfaces no sistema dos cenários de um canteiro de obras ou de uma função específica na construção civil, assim como a simulação durante uma *gameplay* instrucional.

3.2.2 DDS – Diálogos Diários de Segurança

Outro importante método de informação e capacitação nos ambientes da construção civil para a segurança do trabalho, são dos Diálogos Diários de Segurança (DDS), do qual é voltado para os próprios funcionários e trabalhadores da empresa, como se fosse parte de uma comissão interna da instituição, juntamente com a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), porém não excluindo os programas e contatos com profissionais externos, onde eles irão interagir, traçar metas, capacitar e informar a equipe sobre os riscos envolvidos na função e como evitá-los.

Essa metodologia é aplicada por meio de informatização com os funcionários sobre os riscos a que eles são expostos e como podem ser minimizados. Assim, temas como cuidados com a saúde, meio ambiente e bem-estar emocional são rotineiros nessas conversas. O DDS é feito diariamente e as reuniões da equipe podem durar cerca de 20-30 minutos.

Esse é um dos métodos a serem analisados para contemplar um dos objetivos específicos dessa dissertação, onde pretende-se entender a dinâmica e processos de informatização entre a contratada e os contratantes, e analisar como a gamificação instrucional possa potencializar esses processos, objetivando maior acessibilidade, conhecimento, aprendizagem, capacitações e qualificações sobre saúde e segurança ocupacional e execuções dos trabalhos em um ambiente de obra.

3.3 Método em Design

O projeto será trabalhado por meio de Design de Jogos e etapas com metodologias ativas, que são aplicadas para ensinos e aprendizagem no desenvolvimento tecnológico do game proposto, para gerar artifícios nas capacitações e instruções de segurança das atividades laborais, por meio da gamificação instrucional aliado a elementos de sistemas *gamificados para a Segurança do Trabalho*.

3.3.1 Game Design & Gamificação

Os modelos e métodos de Design de Jogos são a base funcional para contemplar certos sistemas que levam conceitos de gamificação, proposto pelo projeto. Entre as abordagens mais utilizadas estão o modelo do MDA Framework, proposto por Hunicke, Leblanc e Zubek (2004) e a Tétrade Elemental desenvolvido por Jesse Schell (2014) do qual fundamenta-se e amplia o MDA.

O MDA é a sigla para *Mechanics - Dynamics - Aesthetics*, e tem como objetivo básico estabelecer um elo entre designers de jogos, as partes interessadas na criação e o conjunto de sensações que o jogador deverá sentir, desenvolvendo assim um sistema condizentes com as especificações do designer. Essa coerência sistemática só é adquirida quando todas as partes que formam o jogo podem

se relacionar umas com as outras e com o todo que elas compõem. Podemos entender melhor esse elo ou “via de duas mãos” entre o designer e o usuário por meio da Figura 19.

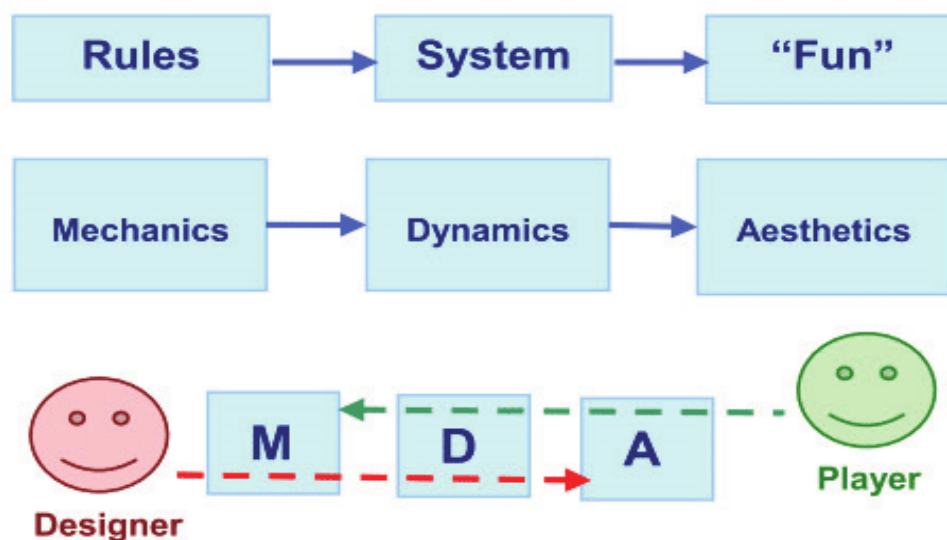


Figura 19. Conceito de MDA aplicado.
Fonte: Hunicke, LeBlanc, Zubek. Uma abordagem formal para o design e a pesquisa de jogos, 2004.

- **Mechanics (Mecânicas):** descrevem os componentes específicos do jogo, no nível de representação de dados e algoritmos (Hunicke, Leblanc e Zubek, 2004).
- **Dynamics (Dinâmicas):** descrevem o comportamento da mecânica quando ela é executada pelas ações do jogador e cada um dos resultados ao longo do tempo (Hunicke, Leblanc e Zubek, 2004).
- **Aesthetics (Estética):** descrevem as respostas emocionais desejáveis evocadas no jogador, quando ele interage com o sistema de jogo (Hunicke, Leblanc e Zubek, 2004).

Já o modelo da Tétrade Elemental de Schell, abordado em seu livro *Art Of Game Design*, com três edições (2008, 2014 e 2019), fundamenta-se do MDA (Hunicke, Leblanc e Zubek, 2004) e o amplia de maneira onde o game design contempla o jogo por meio de quatro pontos, sendo eles a sua Estética (de maior percepção ao usuário), a sua Mecânica e história (média percepção ao usuário) e sua Tecnologia (de menor percepção ao usuário), como pode ser visualizado na Figura 20.



Figura 20. Os elementos que formam um jogo: Estética, Mecânica, História e Tecnologia.
Fonte: Adaptado de Schell (2008)

- **Estética:** está relacionada à ativação dos sentidos proporcionada pelo jogo, ou seja, os elementos audiovisuais e de interfaces como camadas de ações e reações emocionais ao jogador. (Schell, 2008).
- **Mecânica:** representada pelas regras e processos dentro do jogo, contemplando elementos fundamentais para a experiência e jogabilidade do jogador. (Schell, 2008).
- **História:** relacionado a sequência de eventos ocorridas no jogo. Como as cenas são construídas e apresentada como informação ao jogador. Existem jogos com narrativas menos trabalhadas, porém podem ser implementadas formas onde o próprio jogador construa suas narrativas por meio de suas ações. (Schell, 2008).
- **Tecnologia:** São as ferramentas, técnicas e tecnologias que tornam o jogo realizável, não se restringindo apenas aos hardwares. (Schell, 2008).

Inspirados pelos métodos de elementos e design de jogos abordados no MDA (Hunicke, Leblanc e Zubek, 2004) e na Tétrade Elemental (Schell, 2008), chegamos nos estudos e modelos de gamificação propostos por Werbach e Hunter (2012), onde os componentes se ligam para gerar mecânicas, enquanto uma mecânica está relacionada a uma ou mais dinâmicas.

Segundo Werbach e Hunter (2012), as Mecânicas são baseadas nas implementações de regras do jogo e ações de avanços do jogador, do qual podem ser representados por:

- a) Recursos;
- b) Notificações e *feedbacks*;
- c) Chances;
- d) Desafios;
- e) Recompensas;
- f) Turnos;
- g) Vitórias;
- h) Conquistas;
- i) Boss

As Dinâmicas exploram os elementos simples e estruturais de um jogo, com caracterizações das:

- a) Narrativas;
- b) Progressões;
- c) Relacionamentos (parceiros e adversários)
- d) Restrições;
- e) Cooperatividade e competitividade;
- f) Pontos, níveis e *ranking*;
- g) Presentes e conquistas.

Já os Componentes contemplam os elementos de nível mais prático e específico do jogo:

- a) Gráfico;
- b) Missão;
- c) Níveis;
- d) Pontos;
- e) Ranking;
- f) Times;

Outros métodos de gamificação serão importantes para implementação dessas metodologias, como é o caso da análise publicada por Nelson Studart, intitulada “Gamificação como Design Instrucional” de novembro de 2021 na Revista Brasileira de Ensino de Física, onde nos apresenta a metodologia de *Design-based Research* (DBR), uma metodologia de pesquisa interventiva usada, entre outras, na concepção, design, elaboração de produto, aplicação, análise de dados, avaliação e

redesign de Sequências de Ensino e Aprendizagem. No caso, ela alia a pesquisa em educação aos problemas e às questões vivenciados na prática, de forma a produzir conhecimento utilizável.

Um importante modelo que pode ser empregado na gamificação do ensinamento é a prática distribuída, uma técnica de aprendizagem que consiste em distribuir o estudo ou esforços de aprendizagem em várias sessões curtas durante um longo período, com uma quantidade de espaço aceitável entre cada sessão focada no mesmo conteúdo a ser aprendido. O autor também utilizou em partes, a metodologia de aprendizagem baseada em Games (ABG), que consiste no uso de games de entretenimento e/ou educacionais como prática didática.

Os resultados analisados pela metodologia apresentada pelo autor, mostraram que o engajamento de alunos em dinâmica de jogos é um claro fator positivo na aprendizagem, no desenvolvimento de habilidades e na aquisição de conceitos, assim como a evolução perante desafios propostos e a operação intelectual em níveis complexos. Em resumo, seus resultados mostraram a eficiência da gamificação educacional ou instrucional, como uma estratégia de fácil implementação apresentando elementos de jogos para o ensino.



Figura 21. Elementos dos Games.
Fonte: Nelson Studart, Gamificação Instrucional (2021).

Em uma próxima etapa, serão abordadas algumas das metodologias aplicadas especificamente para o ensino e aprendizagem profissionalizante, já validadas por estudos científicos. A abordagem quanti-qualitativa, que reflete na maneira em que o conteúdo é compartilhado entre os usuários, conforme afirmado por Minayo (1994, p. 22): “o conjunto de dados quantitativos e qualitativos, não

se opõem, mas sim ao contrário, se complementando, pois, a realidade abrangida por eles interage dinamicamente, excluindo qualquer dicotomia”. Esse fator é relevante no que tange uma educação profissional e tecnológico, por sua busca constante em proporcionar aos usuários a relação aplicada entre teoria e prática, bem como o saber fazer a resolução de problemas no dia a dia profissional e pessoal.

Já de acordo com Ferretti (2010) “a educação profissional refere-se aos processos educativos que têm por finalidade desenvolver formação teórica, técnica e operacional, que habilite o indivíduo ao exercício profissional de uma atividade produtiva e segura” (FERRETTI, 2010, p. 1).

A educação profissional deverá promover a qualificação do indivíduo, o que implica em formar não somente profissionais para realização daquela atividade em si, mas formar acima de tudo cidadãos conscientes de sua realidade, críticos e que entendam o contexto de seu trabalho e da sociedade onde estão inseridos. (FRIGOTTO, 2001 apud SOUSA, 2019, p. 12).

Para que a elaboração dos conteúdos de games e alguns de seus conceitos de gamificação cumpram seu papel de maneira efetiva, é importante se atentar aos critérios que elevam a qualidade da produção e seu reflexo no processo de aprendizagem e informação. A organização de critérios resulta não só em uma padronização na forma de elaborar, validar e implementar materiais didáticos, como também contribuem para que o material aplicado cumpra com seus objetivos no processo instrucional. Esses critérios serão fundamentados por estudo de especialistas em produção de material didático, como Arétio (2002), que define critérios a serem seguidos durante a produção. Este autor define três classes de critérios de qualidade, sendo elas qualidade de conteúdo, qualidade de linguagem e qualidade de estética.

Tais métodos de ensino e aprendizagem aplicados no sistema proposto, podem promover e potencializar as instruções e aprendizagem aos trabalhadores no cumprimento de normas e boas práticas no canteiro de obras.

3.3.2 Ferramentas e softwares

Para o desenvolvimento de telas, interfaces e implementações e consolidações do sistema gamificado, foram usadas as seguintes ferramentas de design e modelagem, cada uma para alcançar certas etapas de desenvolvimento:

- ***Sketchup***: Ferramenta utilizada para modelagem 3D, do qual foi possível desenvolver etapas de artes conceituais e modelos de cenários para a representação gráfica dos ambientes. Foram utilizados para a complementação na criação dos cenários, *Assets* pré-

modelados em extensão Skp (*Sketchup*) baixados do Armazém 3D (3dwarehouse.sketchup.com). As concepções e modelagens iniciais podem ser visualizadas posteriormente nas Figuras 19, 20 e 21.

- ***Draw Io***: Ferramenta utilizada para desenhos gráficos de diagramas, organogramas e fluxogramas, do qual será possível criar os designs de fluxo de jogo. Um exemplo de Game Flow que será implementado no sistema de gameplay pode ser visualizada na Figura 18.
- ***Lumion***: Ferramenta utilizada para renderização de imagens em tempo real, da qual será possível desenvolver cinemáticas dos cenários para maior imersão na gameplay instrucional.
- ***Game Engine (Unreal e Unity)***: São softwares conhecidos como motores gráficos, específicos para a criação de jogos. Seu conjunto de ferramentas se caracterizam como uma API (Interface de Programação de Aplicações), onde contemplam um motor gráfico com todos os processos para o desenvolvimento de jogos 2D e 3D, como por exemplo o visual, as interfaces e telas, artes e animações, mecânicas de físicas e colisões, design audiovisual, inteligência artificial, código fonte de uma linguagem de programação e renderizações. Será utilizada uma *Game Engine* de gráficos 2D e 3D para a implementação do sistema e que utilize linguagem de programação mais simplificada visual baseada em blocos (arrastar e plugar/conectar), sem a necessidade do uso de linhas de comandos tradicionais, conhecidas como linguagem *Blockly* ou *Blueprints* (no caso da *Unreal Engine*).
- ***Google Forms***: É um aplicativo que gerencia pesquisas e coletas de dados e informações, por meio de questionários e formulários, bem como gerando suas análises gráficas.
- ***MIT app inventor***: é um ambiente de programação de código aberto, intuitivo e visual, que permite criar aplicativos totalmente funcionais para telefones Android/iPhones e tablets Android/iOS. Nele, é utilizada uma linguagem de programação baseada em blocos, acessado por meio de um navegador da web (Chrome, Firefox, Safari).

Coleta e Análise de dados

ANÁLISE DE SIMILARES

4.1.1 Jogos Educativos

São jogos com intuito de ensino-aprendizagem, seja de um conteúdo, processo, método ou técnica. Utilizam a gamificação ou elementos orientados a jogos, implementados em disciplinas e ferramentas para o desenvolvimento do conhecimento, da cognição e da capacitação de instruções funcionais. Para esse tipo de jogo, será analisado o seguinte aplicativo:

- a) **Duolingo:** é um aplicativo gamificado que auxilia no estudo e aprendizado de idiomas como o inglês, espanhol e francês. Em estudos realizados por Santana e Abranches (2018) com foco das Tecnologias da Informação e Comunicação para a Educação, é verificado como os métodos do aplicativo Duolingo auxiliam no processo cognitivo do estudo complexo de idiomas em dois grupos, um de nível básico e outro de nível avançado. Em suas análises, os dados mostraram que houve um olhar positivo por parte dos grupos, onde a ferramenta auxilia no processo de aprendizagem, com a ludicidade e a gamificação sendo elementos que apareceram como método motivador.

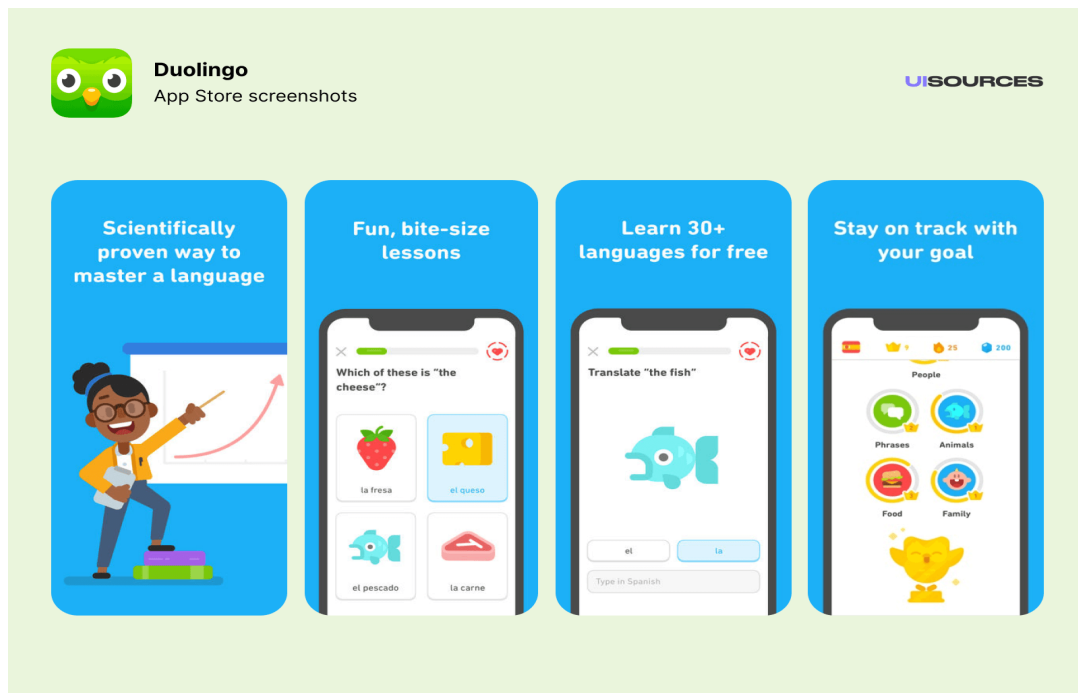


Figura 22. Interface do Aplicativo Duolingo
Fonte: App Store Duolingo (2024).

4.1.2 Jogos de RPG

Sigla em inglês para *role-playing game*, é um gênero que tem como principais características a interatividade e o trabalho em grupo. É muito raro que jogadores se reúnam para jogar RPG de forma competitiva, uma vez que se trata de um jogo predominantemente colaborativo, no qual os jogadores só conseguirão vencer se trabalharem em conjunto. O RPG ainda traz conceitos que simulam atributos (físicos e mentais) e características de personagem que possuem mais relevância em comparado com os gêneros, como por exemplo alturas, idades, força, resistência, destreza, sabedoria, carisma e nível de aprendizagem, assim como os ganhos de experiência (XP), para que a cada desafio ou obstáculo vencido, consiga passar para um próximo *level* (LV). Por exemplo, a cada 1000 XP adquiridos pelo jogador, ganha-se um *Level* e assim por diante.



Figura 23. Exemplo de tela de atributos, experiência e Level de personagem em jogo de RPG.
Fonte: Centro RPG Maker (2023).

4.1.3 Jogos de Simulação

São games que simulam a prática em cenários específicos de certas atividades e trabalhos, no caso, para a proposta do projeto, os ambientados no setor da construção civil, objetivando a simulação dos desafios e riscos laborais encontrados nos canteiros de obras. Para este gênero de jogos, serão levantados e testados as mecânicas, gráficos e design de dois games:

- a) **Construction Simulator:** São encontradas mais de 90 atividades do ramo das construções, como trabalhos na operação de máquinas de construção realistas e conhecidas no mercado de máquinas e equipamentos, como produzidas por Liebherr, Still, Caterpillar, Case e Bell, tudo em gráficos 3D de alta qualidade para uma simulação mais imersiva. O objetivo do jogo é ter sua própria empresa de construção, onde receberá trabalhos cada vez maiores e mais interessantes para expandir sua empresa e sua frota, assim como o catálogo de diferentes clientes e fornecedores. No game, podemos encontrar várias metas e atividades, como renovar a área portuária para atrair turistas, ajudar o centro da cidade a se reerguer, escavar a fundação de uma casa com máquinas realistas, lançar concreto nas paredes de uma fábrica ou testar a estabilidade das suas mãos ao posicionar armações de telhados com um guindaste móvel.



Figura 24. Gameplay do jogo Construction Simulator.
Fonte: Plataforma Steam (2024).

b) **Builder Simulator:** É um jogo para que simula a construção de uma residência do zero, passando por todo o processo, desde o projeto até a entrega das chaves. No game, assumimos um novato da indústria da construção, onde devemos preparar e colocar em prática os planos de ação, gerenciando as obras na compra de materiais necessários e nas etapas da execução, cavando alicerces, fazendo cimento, erguendo paredes, inserindo esquadrias (portas e janelas), emparelhando os telhados e muito mais.



Figura 25. Gameplay do jogo Builder Simulator.
Fonte: Plataforma Steam (2024).

4.1.4 Plataformas Gamificadas

Como visto no tópico de Gamificação, plataformas como o Kahoot, implementam questionários para ensino e aprendizagem com elementos orientados a jogos, como mecânicas de *quizzes*, puzzles, níveis de dificuldades, cronometragem, torneios, *rankings* e prêmios, objetivando promover o conhecimento de forma divertida, gerando mais interatividade dos alunos com o conteúdo e aprimorando a cooperatividade e competitividade.



Figura 26. Plataforma Kahoot.
Fonte: Por vir, inovações em educação (2023).

4.1.5 Aplicativos de Gestão de Riscos

O exemplo usado para esses tipos de aplicativos foi o iVAP – Visão Antecipada do Risco. Trata-se de um aplicativo intuitivo e cognitivo, do qual facilita a contabilização e registro dos Desvios observados por Gestores, Técnicos e outros determinados por uma organização empresarial e ou individual, com objetivo em quantificar e qualificar os possíveis Riscos de um trabalho, que possa resultar em perdas humanas e materiais. A ferramenta auxilia nas possibilidades de ocorrência de um Acidente e seus possíveis custos a Empresa, permitindo uma análise rápida na tomada de decisões administrativas e operacionais.



Figura 27. Aplicativo iVAP – Visão Antecipada do Perigo.
Fonte: Site oficial Ivap.com.br (2023).

A coleta e usabilidade dessas ferramentas e softwares foram essenciais para um melhor entendimento de como podem ser trabalhadas as aplicações para alcançar os objetivos do projeto de pesquisa. A seguir é apresentado o levantamento *in loco* no contexto da Segurança e Saúde do Trabalho.

4.2 Visita em local de acidente de trabalho

Em prática, para melhor levantamento de dados de um acidente de trabalho, foi realizada uma visita em um canteiro de obras nas dependências de um quartel militar, onde havia acontecido um acidente de trabalho. Foram realizados questionamentos sobre o acidente tanto com a testemunha que trabalhava junto com o acidentado quanto com o profissional que investigou o acidente, no caso um Técnico de Segurança do Trabalho.

Segundo a testemunha que estava auxiliando no serviço, relatou que o acidentado estava realizando trabalho em altura em um andaime com cerca de 4,50m de altura. Seu EPI (cinto de segurança) estava engatado com talabarte (Figura 29) no próprio andaime.

A testemunha, enquanto estava em solo, manuseava o andaime com ações de empurrar e puxar com o objetivo de movimentar a estrutura, enquanto o acidentado estava sobre ele. Até que em dado momento das ações, uma das rodas do andaime travou, ocasionando sua inclinação. O acidentado ainda se apoiou por alguns segundos na estrutura metálica da construção, porém com o cinto travado no próprio andaime, a carga veio a puxá-lo para o solo.

Já no relato do profissional investigador, ele concluiu que o local de trabalho era alto e complexo, onde o acidentado não possuía nenhum amparo de segurança física, devendo assim ter usado equipamento de proteção individual para trabalhos em altura, portanto consistia em seguir as normas da NR 18 de condições de trabalho na construção civil e da NR 35 de trabalho em altura, onde o profissional deveria ter tido a maior consciência para efetivar o serviço de forma segura. Informou também que como o local de trabalho consistia em seguir as normas regulamentadoras, principalmente da NR 18 de condições de trabalho na construção civil em atividades relacionadas a andaimes e trabalhos da NR-35 de atividades em altura, foi vinculado ao seu relatório os seguintes itens específicos da NR:

- **Item 18.15.31 da NR 18:** O trabalhador deve utilizar cinto de segurança tipo paraquedista, ligado ao trava-quedas de segurança este, ligado a cabo-guia fixado em estrutura independente da estrutura de fixação e sustentação do andaime suspenso.
- **Item 18.15.26 da NR 18:** Os rodízios dos andaimes devem ser providos de travas, de modo a evitar deslocamentos acidentais.

- **Item 18.15.2.6 da NR 18:** As superfícies de trabalho dos andaimes devem possuir travamento que não permita seu deslocamento ou desencaixe.
- **Item 18.15.3 da NR 18:** O piso de trabalho dos andaimes deve ter forração completa, ser antiderrapante, nivelado e fixado ou travado de modo seguro e resistente.
- **Item 18.15.13 da NR 18:** É proibido o deslocamento das estruturas dos andaimes com trabalhadores sobre eles.
- **Item 18.15.17 da NR 18:** O andaime deve ser fixado à estrutura da construção, edificação ou instalação, por meio de amarração e estroncamento, de modo a resistir aos esforços a que estará sujeito.
- **Item 18.15.2.7 da NR 18 Nas atividades de montagem de andaimes:**
 - a) todos os trabalhadores sejam qualificados e recebam treinamento específico para o tipo de andaime em operação;
 - b) é obrigatório o uso de cinto de segurança tipo paraquedista e com duplo talabarte que possua ganchos de abertura mínima de cinquenta milímetros e dupla trava;
 - c) as ferramentas utilizadas devem ser exclusivamente manuais e com amarração que impeça sua queda acidental; e
 - d) os trabalhadores devem portar crachá.
- **Item 18.3.3 da NR 18:** A implementação do PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) nos estabelecimentos é de responsabilidade do empregador
- **Item 35.5.2 da NR 35:**
 - a) ser adequado à tarefa a ser executada (NR);
 - b) ser selecionado de acordo com Análise de Risco, considerando, além dos riscos a que o trabalhador está exposto, os riscos adicionais (NR);
 - c) ser selecionado por profissional qualificado em segurança do trabalho (NR);
 - d) ter resistência para suportar a força máxima aplicável prevista quando de uma queda (NR);

e) atender às normas técnicas nacionais ou na sua inexistência às normas internacionais aplicáveis (NR);

f) ter todos os seus elementos compatíveis e submetidos a uma sistemática de inspeção (NR).

O acidentado sofreu escoriações nas pernas, costas e costela e foi logo levado ao pronto socorro. Na figura 28, pode-se visualizar o local do acidente com o andaime ao chão destruído e na Figura 29, o Equipamento de Proteção Individual (Talabarte) usado pelo trabalhador.



Figura 28. Local do acidente.
Fonte: O Autor

Por fim, o profissional da Segurança do Trabalho relatou quais seriam as ações imediatas que deveriam ser realizadas pela empresa responsável pelo trabalhador, afim de evitar que ocorra outro tipo de acidente.

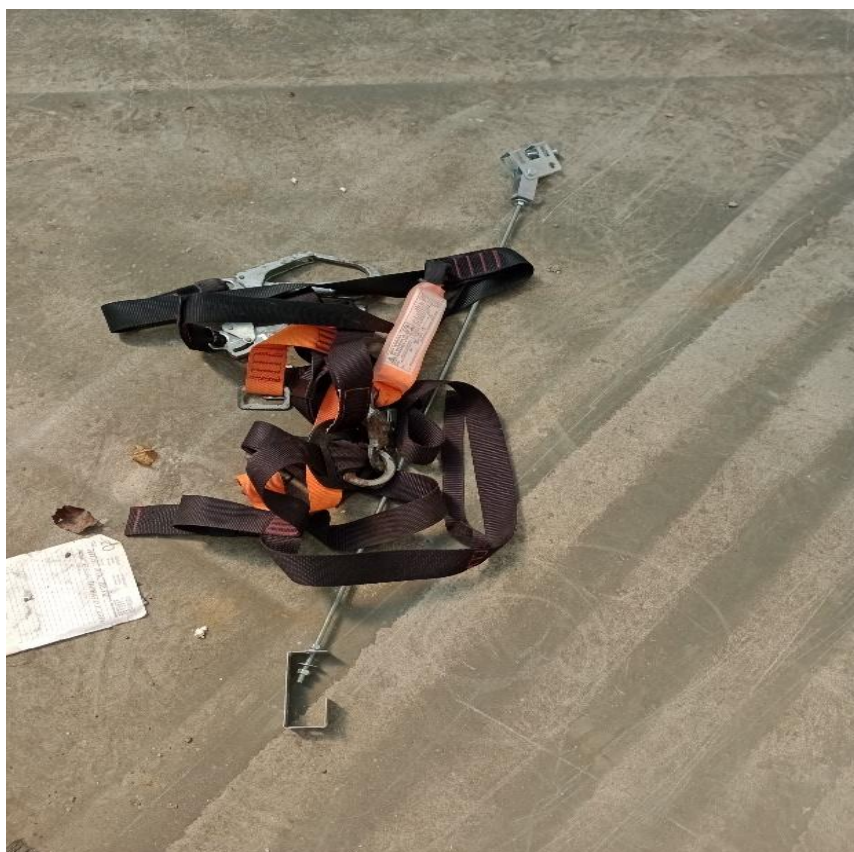


Figura 29. EPI utilizado
Fonte: O Autor.

Assim, o treinamento contínuo a fim de conseguir um nível maior conscientização dos colaboradores, principalmente em trabalhos em altura, com protocolos de segurança devidamente rigorosos, seguindo as diretrizes e normas das NR's é imprescindível. Também há a necessidade de que os encarregados sejam mais sistemáticos em suas vistorias, para que os colaboradores não fiquem “acomodados” durante suas funções laborais, a ponto de negligenciar os serviços, e assim fornecendo e aconselhando-os principalmente no uso de EPI's.

4.3. Questionários aplicados

4.3.1 Ferramenta de Coleta de Dados

Os questionários base para a pesquisa foram desenvolvidos a partir de um plano de coleta de opinião durante pesquisas em 2023. O foco inicial do estudo foi:

- a) Identificar e observar as dinâmicas dos trabalhadores e profissionais em um canteiro de obras;

- b) Entrevistar e levantar informações dos trabalhadores e profissionais em um canteiro de obras;

A partir disso, os objetivos a serem alcançados foram:

- a) Coletar informações, por meio de entrevistas ou questionários, sobre o dia a dia de um trabalhador na construção civil;
- b) Coletar informações, por meio de entrevistas ou questionários, sobre o dia a dia de um técnico ou engenheiro de segurança na construção civil;
- c) Coletar informações por meio de entrevistas ou questionários, sobre as capacitações e reuniões técnicas elaboradas e apresentadas pela contratante aos seus trabalhadores.
- d) Observar os espaços e ambientes de segurança, dentro de um canteiro de obras.

O tipo e metodologia de pesquisa utilizada foi qualitativa, descritiva, exploratória e explicativa, com o resultado de obter dados para entender como os usuários se portam e conduzem seu dia a dia dentro de um ambiente trabalho na construção civil e no canteiro de obras.

Os questionários das empresas/construtoras/gestores foram aplicados por meio da ferramenta *google forms* (formulários), estruturado com um texto de apresentação da pesquisa, trazendo informações sobre o Programa de Pós-Graduação em Design da UFAM, o PPGD, bem como sobre o objetivo da pesquisa, visando desenvolver um protótipo de gamificação instrucional na segurança do trabalho. Também foi informado a média de duração do questionário de aproximadamente de 5 a 10 minutos e do consentimento com o esclarecimento sobre a participação voluntária e entendimento de concordância do entrevistado com o desenvolvimento e a publicação da pesquisa a partir do preenchimento e dados coletados do questionário.

Todo o questionário e seu plano de aplicação para a coleta de dados, foram validados por 3 profissionais da área, sendo dois engenheiros de segurança do trabalho e um técnico de segurança do trabalho, bem como consolidado pela Professora Orientadora.

Sendo assim, os questionários foram compartilhados por meio de links de internet: (para empresas, construtoras e gestores); (para funcionários/trabalhadores). Os questionários foram aplicados durante os meses de setembro e outubro de 2024 e respondidos por três empresas/construtoras Amazonenses e seus trabalhadores (sejam do quadro ou terceirizados): Prática Soluções, Primer Construtora e Vértice Engenharia e Construções, resultando nas seguintes análises gráficas:

Inicialmente, foi questionado quais são os maiores problemas enfrentados pelos gestores na implementação da segurança e saúde dos trabalhadores, seguindo as diretrizes das normas regulamentadoras. Dentre as respostas obtidas, percebe-se que deixar de utilizar equipamento de proteção como capacetes, falta de capacitação das Normas Regulamentadoras e negligenciar os riscos de um determinado ambiente de trabalho, como acender fósforos próximos de tanques de combustível, são as principais dificuldades encontradas na melhora das atividades laborais (Gráfico 1).

1 – Com relação a saúde ocupacional dos colaboradores, quais as principais dificuldades encontradas na implantação das diretrizes das normas regulamentadoras e o dia a dia da construção civil?
3 respostas

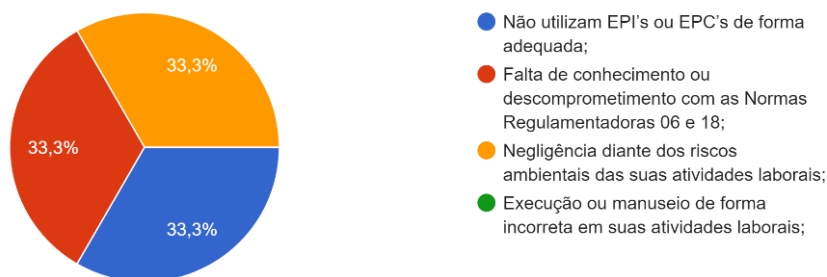


Gráfico 1. Análise gráfica de questionários da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

O Gráfico 2, apresenta questionamento em relação a metodologia usada pelos gestores na implementação de seus programas ou gerenciamento de riscos, destacando-se com um maior percentual os diálogos diários de segurança, ou seja, as reuniões de rotina sobre segurança entre equipes de trabalhadores e seus líderes, com relação as atividades laborais a serem executadas no determinado dia.

2 – Como são apresentados e informados aos trabalhadores, as capacitações e gerenciamentos e programas riscos?

3 respostas

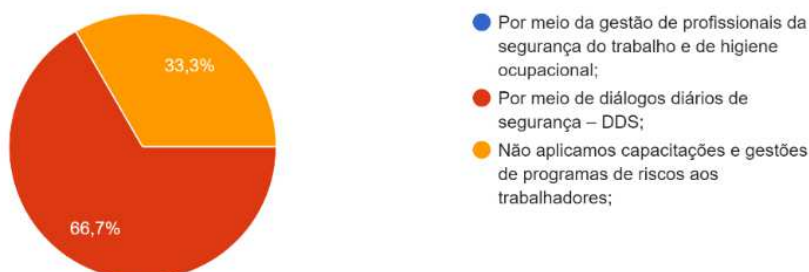


Gráfico 2. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Foi questionado os maiores gargalos identificados pelas empresas, em relação aos processos de regularização e suas fiscalizações junto aos órgãos competentes com os direitos trabalhistas, como o Ministério do Trabalho e o Ministério Público (Gráfico 3).

3 – Quais os maiores problemas encontrados nos processos de regularização junto aos órgãos de fiscalização da segurança do trabalho?

3 respostas

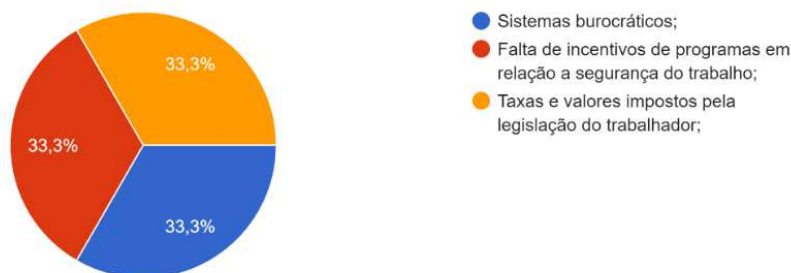


Gráfico 3. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Seguindo para gráfico 4, foi questionado sobre os processos de implementação aos funcionários em relação a Norma Regulamentadora de equipamentos de proteção, destacando-se com um maior percentual a utilização apenas de documentos de comprovação de entrega do equipamento ao trabalhador. Já com um percentual menor nas abordagens que complementam palestras de conscientização e nada lembrado em relação a capacitações das boas práticas da NR.

4 – Em relação a Norma Regulamentadora de equipamentos de proteção (NR 06). Como são os processos implementados aos funcionários?

3 respostas

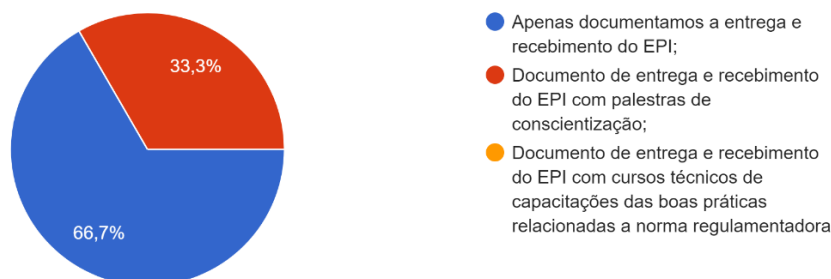


Gráfico 4. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Em relação ao Gráfico 5, foi questionado sobre os processos de elaboração dos Programas de Prevenções de Riscos, onde apenas 2/3 das empresas contratam um Engenheiro, Técnico de Segurança ou Higienista Ocupacional para a realização da gestão desses programas.

5 - Como são os processos implementados na elaboração dos Programas de Prevenções de Riscos (NR 09)?

3 respostas

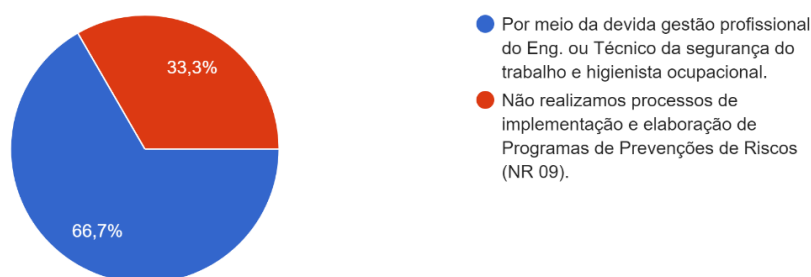


Gráfico 5. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Já com relação ao gráfico 6, o questionamento foi em relação ao quadro de profissionais da segurança do trabalho contratados pela empresa. Todas as empresas entrevistadas não possuem Médico do Trabalho ou Higienista Ocupacional em seu quadro de profissionais.

6 – O seu quadro de segurança do trabalho possui Técnico de segurança, Engenheiro de segurança, Médico do trabalho e/ou Higienista ocupacional?

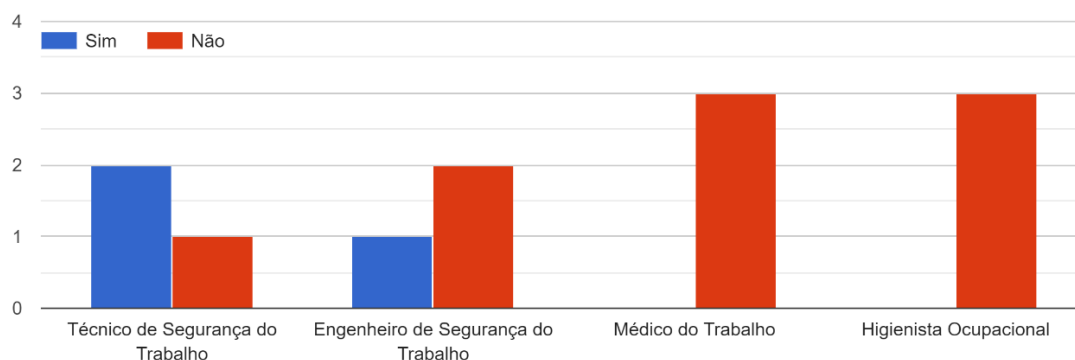


Gráfico 6. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Já nos questionários base para a pesquisa sobre trabalhadores/funcionários/contratados, também foram aplicados por meio da ferramenta *google forms* (formulários), sendo compartilhado por links de internet e respondidos por quatro trabalhadores da área da construção civil, resultando nas seguintes análises gráficas.

Os Gráficos 7 e 8 contemplam lista com as principais profissões relacionadas a construção civil e com a opção de “outros”, caso o trabalhador participante não se identifique com a pré-lista. Os profissionais que participaram da pesquisa de identificaram como eletricista, empreiteiro, mestre de obras e instalador de redes lógicas e de dados (telecomunicações).

1 – Qual sua profissão, cargo ou setor que atua dentro do seguimento da construção civil?
4 respostas

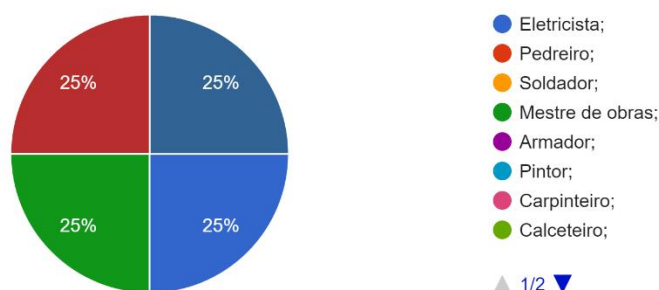


Gráfico 7. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

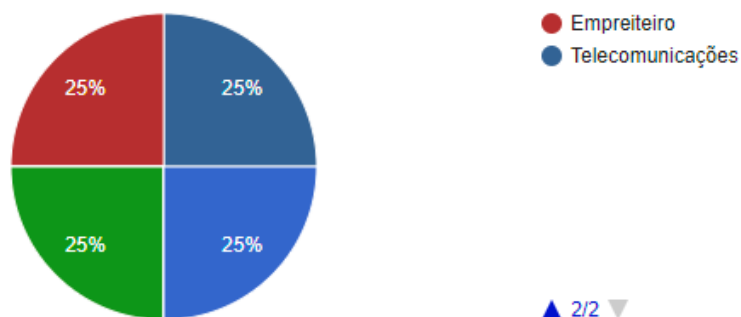


Gráfico 8. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

O gráfico 9 questiona qual característica ambiental o trabalhador está submetido, identificando assim o nível de risco ou insalubridade do seu ambiente de trabalho. Os ambientes quentes foram os mais lembrados, bem característico de climas da região norte do país e da Amazônia. Em uma análise prévia, poderá ser interessante estruturar futuramente as respostas sem a opção de “outros”, contemplando assim a análise de um gráfico mais objetivo.

2 – Quais as características do seu ambiente, setor ou local de trabalho?

4 respostas

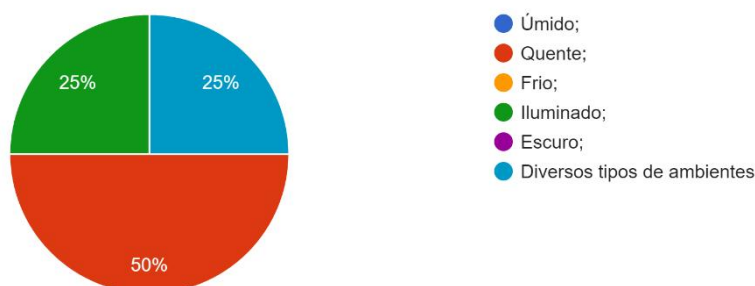


Gráfico 9. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

No Gráfico 10, podemos identificar que os trabalhadores possuem algum tipo de capacitação ou curso prévio sobre Normas Regulamentadoras da segurança do trabalho.

3 – Você possui algum tipo de treinamento, capacitação ou curso de alguma norma regulamentadora (NR)?

4 respostas

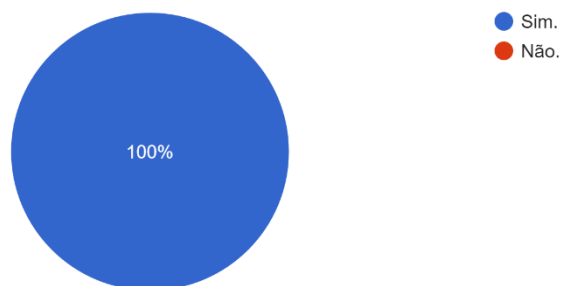


Gráfico 10. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Seguindo para o gráfico 11, foi questionado se a atividade laboral do trabalhador necessita de treinamento ou capacitação em alguma Norma Regulamentadora. 100% dos participantes responderam que sim, o que mostra a importância desse pré-requisito para a contratação na construção civil.

4 – O seu trabalho necessita de treinamento, capacitação ou curso de alguma norma regulamentadora (NR)?

4 respostas

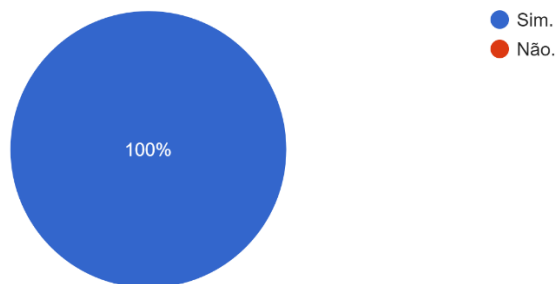


Gráfico 11. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

No gráfico 12, foi questionado se seus gestores ou contratantes implementam algum tipo de capacitação ou treinamento das Normas Regulamentadoras. 25 % dos participantes responderam que seus contratantes não implementam tais gestões.

5 - O seu contratante implementa programas, capacitações ou treinamentos de cursos de normas regulamentadoras (NR)?

4 respostas

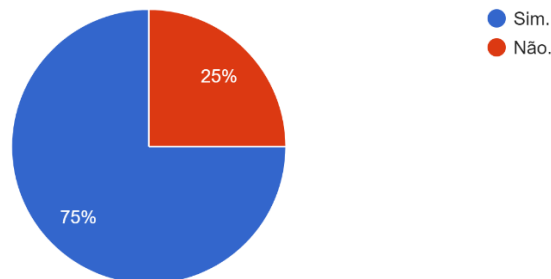


Gráfico 12. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

No gráfico seguinte (13), foi questionado sobre a ciência dos trabalhadores em relação aos equipamentos de proteção necessários para sua devida segurança no ambiente de trabalho. Todos os participantes responderam sim, que estão cientes da importância dos equipamentos de proteção.

6 – Você tem conhecimento dos riscos que corre e dos equipamentos de proteção necessários para sua segurança durante todo o seu processo de trabalho?

4 respostas

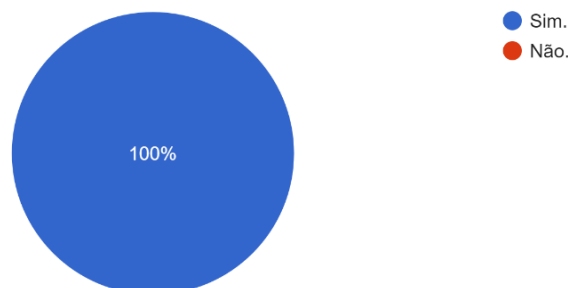


Gráfico 13. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

Já no Gráfico 14, foi questionado se o trabalhador já sofreu algum acidente de trabalho. Podemos identificar pelo gráfico que pelo menos 1 a cada 4 já sofreu sim um acidente de trabalho.

7 – Você já sofreu algum acidente de trabalho?

4 respostas

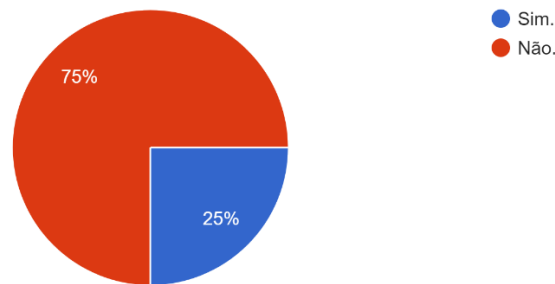


Gráfico 14. Análise gráfica de questionário da pesquisa.
Fonte: O autor (2024).

A análise dos dados coletados com a aplicação dos questionários, permitiu a visualização e elaboração dos requisitos e parâmetros projetuais necessários para o adequado desenvolvimento do protótipo de aplicativo gamificado a ser desenvolvido.

4.4. Requisitos e parâmetros

Com base nas respostas dos questionários, foi levantado que a maioria dos profissionais, empresas e trabalhadores entrevistados, é visível a problemática encontrada em relação a Segurança e Saúde nas funções laborais, seja na burocracia para a implantação de programas de prevenção de riscos e validação do uso dos equipamentos de proteção individual, seja na capacitação das boas práticas laborais e das diretrizes das normas regulamentadoras. A partir desses problemas encontrados com as pesquisas, foram planejados os requisitos projetuais do protótipo, dos quais serão apresentados no quadro 3 a seguir e nos tópicos posteriores.

Requisitos	Parâmetros
Gamificado	Por meio de Softwares e <i>engines</i> de Jogos Digitais com Linguagem de programação visual
Possuir gênero Educativo e permitir a capacitação das atividades laborais	Por meio de um Game Design/Gamificação Instrucional
Para plataformas móveis	Convém ser desenvolvido como aplicativo <i>mobile/smartphone</i> podendo ser estendido para outras plataformas com telas responsivas.
UI e UX orientada a Jogos simplificada e acessível	Telas de Menu, telas de tutorias, botões de acesso/seleção, HUD's (<i>Heads Up Display</i>) e GUI (<i>Graphical User Interface</i>) intuitivas e responsivas, com informação visual minimalista e acessível.
Fontes legíveis e padronizadas para interfaces e sistemas digitais	Com melhor estilo tipográfico de design gráfico e digital, como por exemplo, fontes da família ROBOTO ou MONTSERRAT

Contraste fonte e fundo	Opções de backgrounds usuais, com tons mais escuros e mais claros
Artes <i>cartoonescas</i> , contemplando caracterização de personagens, EPI's e elementos visuais.	Por meio de softwares de desenhos e modelagens gráficas próprias para design gráficos e games, como por exemplo a Unity, Unreal e Pacote Adobe.
Cores primárias e secundárias, contemplando o design de background, os botões, contornos de seleções e simbologias da Segurança e Saúde do Trabalho.	Por meio de softwares de desenhos e modelagens e Paleta de cores.
Mecânicas de jogos	Dinâmicas e jogabilidades com <i>quizzes</i> e <i>Puzzles</i> , com inventário de equipamentos de proteção individual, mapas de riscos e objetivos com as boas práticas na Saúde e Segurança do trabalho.
<i>Game Flow</i>	Fluxo de jogo simulando as funções/cargos e ambiente de trabalho, em uma escalada de objetivos que resultem na instrução as boas práticas e prevenções de riscos do trabalhador em um canteiro de obras.

Quadro 2. Requisitos e parâmetros a serem implementados no protótipo

Fonte: O autor (2024)

Desenvolvimento

GAME FLOW

O fluxo de jogo é uma etapa importantíssima no design do sistema, contendo informações de como ele será programado e como funcionará no acesso e controle do usuário, como por exemplo as telas de menus, as cenas em gameplay, os *feedbacks* de informações, instruções e recompensas, as interfaces gráficas e as animações e sons implementados a cada passo de gameplay realizada pelo usuário.

O fluxo de jogo implementa o sistema gamificado simulando as funções/cargos e ambiente de trabalho, de modo a informar e instruir o trabalhador quanto as boas práticas laborais de seu serviço, bem como na prevenção de acidentes em um canteiro de obras. Primeiramente, foi projetado e separado por cores, 5 pontos necessários para o design de jogo do sistema:

- **Trigguer (Botões de acesso) de verde:** locais da interface gráfica onde o usuário poderá clicar para acessar uma etapa ou efetivar uma ação ou evento.
- **Sonoplastia de azul:** relacionado ao design de som, onde é aplicada a comunicação por meio do som, abrangendo todas as formas sonoras como trilhas, músicas, ruídos e falas.
- **Animações de lilás:** referentes aos efeitos de transições entre telas, menus, cinemáticas e gameplay.
- **UI/UX:** sendo o desenvolvimento das interfaces gráficas em relação a experiência e usabilidade, como no manuseio e acessibilidade aos menus e as HUD's (telas de alerta) durante a gameplay.
- **Jogabilidade e cenas:** relacionadas as mecânicas e dinâmicas direcionada aos usuários, bem como os roteiros e enquadramentos de cada cena implementada.

Com o *gameflow* implementado na *Engine* de Jogos, o usuário poderá passar pelo seguinte roteiro:

- a) Acesso ao menu principal, onde terá as possibilidades de conferir um tutorial, instruções sobre a segurança do trabalho, informações sobre as Normas Regulamentadoras e os objetivos do game.
- b) Acesso ao jogo, onde dar-se início a opção de escolha da função/cargo de trabalho e o ambiente na obra que será simulado.

- c) Ao escolher a função, a HUD (Tela de alerta) será apresentada ao usuário, com informações de objetivos e pontuações.
- d) Logo depois, *quizzes*, e questionários sobre as normas regulamentadoras e as boas práticas de suas funções serão apresentadas, onde o usuário deverá selecionar as alternativas corretas ou desvendar os quizzes.

O *Game Flow* foi desenvolvido no software de desenhos gráficos de diagramas e fluxogramas *Draw Io*, como representado na Figura 30 a seguir.

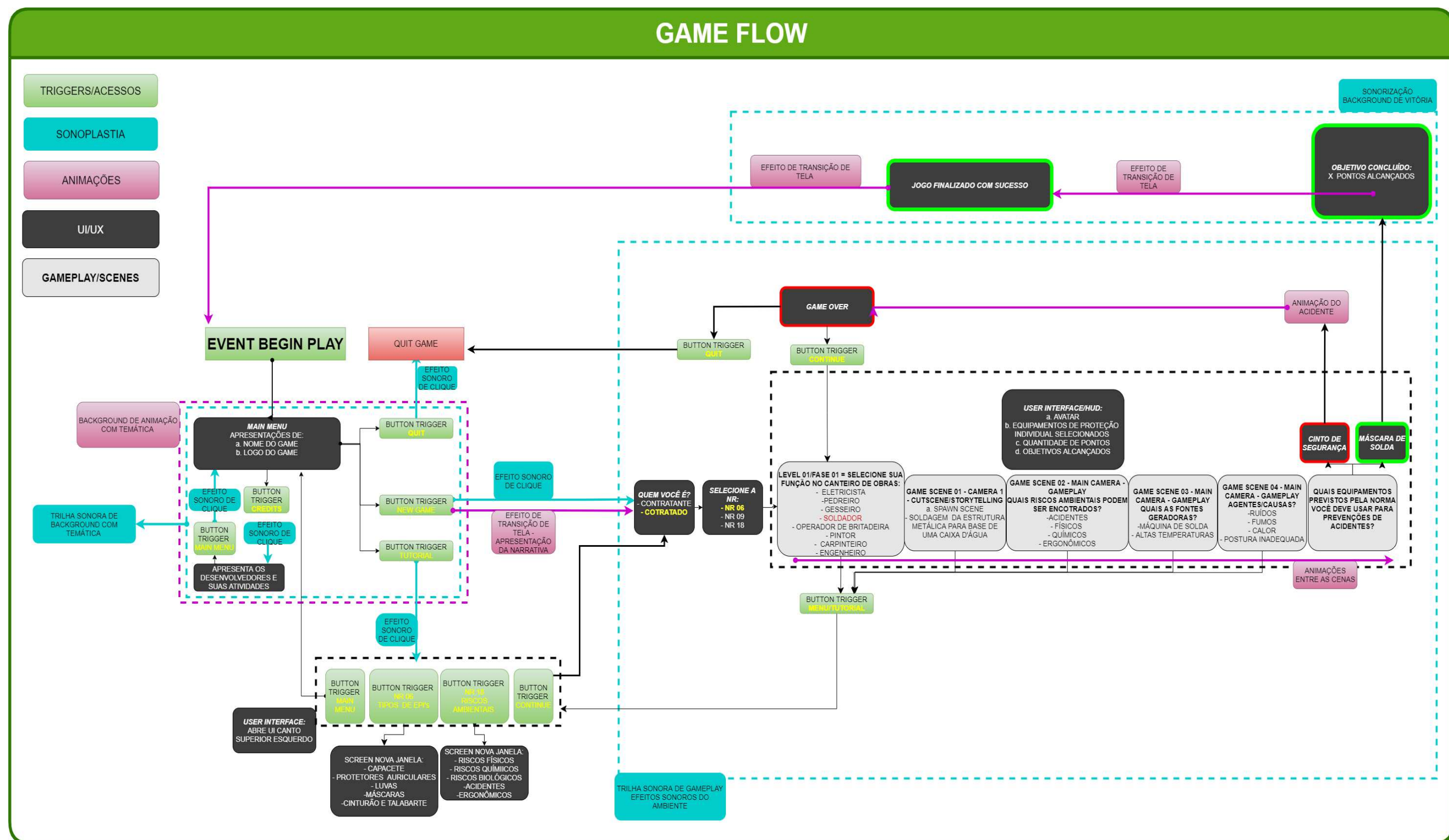


Figura 30. Game Flow.
Fonte: O autor (2023).

5.2 Roteiro de cenas, gameplay e modelo de cenário

A partir do fluxo de jogo e partido de concepção, foram elaboradas artes conceituais e uma prévia do roteiro e design das cenas que seriam implementadas no protótipo. Os *assets* usados são do *Armazém 3D* (3dwarehouse.sketchup.com) e as modelagens e renderizações de simulação dos ambientes e cenas exportadas foram desenvolvidas por meio dos softwares *SketchUp*, *Lumion* e *Unreal*, representado pela Figura 31.

ROTEIRO DE CENAS E GAMEPLAY

CENA - CAMERA 01

Level: 01

Fase: 01

Tipo: Gameplay

Momento Narrativo: O personagem de função específica no cantero de obras, seria questionado sobre quais equipamentos de proteção individual deveria utilizar para as boas práticas de sua função na obra.

Cena: Vista em terceira pessoa do usuário para selecionar os EPI's (acapacete, protetor auricular, máscara de solda, cinto, botas, luvas...) necessários para a sua função.



CENA - CAMERA 02

Level: 01

Fase: 01

Tipo: Cinemática.

Momento Narrativo: Após responder as questões e selecionar os equipamentos corretos, segue uma cinemática das boas práticas laborais da função específica, identificando os possíveis riscos de acidentes do local.

Implementações:

- a. Efeito de transição da câmera em terceira pessoa olhando ao redor do ambiente.
- b. Efeito de animação de movimentação do personagem.
- c. Efeito sonoro de barulho de obras.



Figura 31. Roteiro de cenas e gameplay – Assets do Armazém 3D.
Fonte: O autor (2023).

5.3 Cenário modelo

Na Figura 32, pode-se visualizar um cenário modelado, também usando alguns *assets* pré-modelados do *Armazém 3D* (3dwarehouse.sketchup.com) e com a cena de simulação renderizada e exportada por meio dos softwares *SketchUp*, *Lumion* e *Unreal*.



Figura 32. Modelo de cenário.
Fonte: *Assets* do armazém 3D e imagens renderizadas pelo autor (2023).

5.4 Protótipos

5.4.1 Protótipos iniciais (baixa fidelidade).

A partir dos conceitos iniciais, *game flow* e estudos de game design, foi iniciado o desenvolvimento da demo do software/sistema de gamificação por meio da *MIT app inventor*, implementando telas e interfaces iniciais como teste de UI e UX do sistema.

Na Figura 33, apresenta-se uma ideia de como pode ser a interface de uma gamificação em tela de dispositivo móvel, com os objetivos instrucionais da NR 06, sobre Equipamentos de Proteção Individual – EPI, do qual o usuário iria associar cada parte do corpo do avatar a um tipo específico de EPI correspondente, acumulando assim pontos e experiência instrucional.



Figura 33. Protótipos iniciais.
Fonte: O autor (2024).

Na figura 34 pode-se verificar a projeção, também da interface de uma gamificação em tela de dispositivo móvel, com o objetivo de simular um mapa de risco, do qual o usuário iria associar cada ambiente a um tipo e grau de risco ambiental, acumulando também pontos e experiência instrucional.

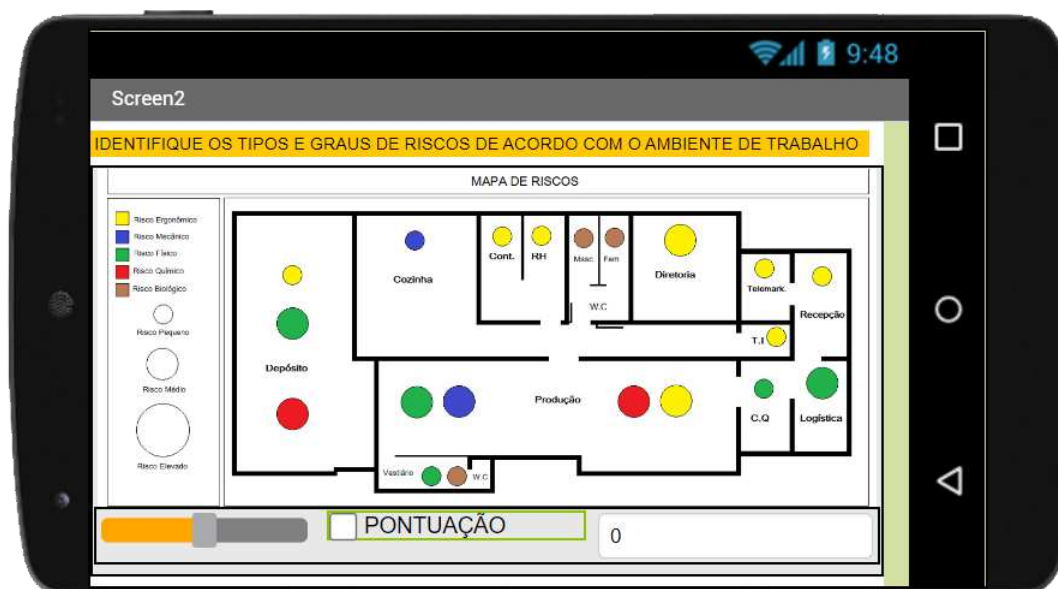


Figura 34 Protótipos iniciais.
Fonte: O autor (2024)

A partir dos protótipos iniciais, foi possível desenvolver protótipos e interfaces mais avançadas migrando assim para uma *Game Engine*, a *Unreal 5*, de propriedade da *Epic Games*, onde serão implementadas as telas, interfaces, o *level design*, *sound design*, HUD e *gameplay*. Suas licenças são liberas para estudos e pesquisas, e caso seja realizada a comercialização ou apresentação profissional do produto, deverá ser creditado a plataforma da *Epic*.

5.4.2 Design e Layout

O Design e Layout do protótipo foi desenvolvido com base em interfaces interativas dos Jogos Digitais, por meio da Avaliação Heurística e interação Humano-Computador – IHC.

Desenvolvida por Jakob Nielsen, renomado cientista da computação, as 10 heurísticas foram criadas como princípios fundamentais para avaliar a usabilidade das interfaces. Essas heurísticas representam diretrizes essenciais que podem ser aplicadas em diversas etapas do desenvolvimento de um produto ou software. Elas têm sua aplicação mais frequente em duas fases distintas: durante o processo de desenvolvimento, onde auxiliam na criação de um *layout* funcional, e posteriormente, após a implementação de novas funcionalidades. Com isso, uma boa interface além de esteticamente agradável deve possibilitar que o usuário a use com facilidade, realizando suas tarefas de forma simples e direta. Essas heurísticas foram fundamentais para a aplicação e entendimento do protótipo, em relação a sua orientação gamificada, contribuindo para a criação de interfaces mais intuitivas, funcionais e atraentes, promovendo uma experiência de usabilidade e jogabilidade envolvente e satisfatória para os usuários. As 10 heurísticas são:

- **Visibilidade do Estado do Sistema:** manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através de feedback apropriado no tempo certo;
- **Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real:** falar a linguagem do usuário, usando palavras, frases e conceitos familiares ao invés de termos técnicos;
- **Controle e Liberdade do Usuário:** oferecer saídas claras e fáceis do estado indesejado, minimizando ações irreversíveis;
- **Consistência e Padrões:** manter padrões de interface consistentes em todo o sistema para reduzir a carga cognitiva do usuário;
- **Prevenção de Erros:** projetar interfaces de forma a prevenir erros, utilizando mecanismos que impeçam ações perigosas;

- **Reconhecimento ao Invés de Lembrança:** minimizar a carga de memória do usuário, tornando objetos, ações e opções visíveis e facilmente acessíveis;
- **Flexibilidade e Eficiência de Uso:** oferecer aceleradores para usuários experientes, permitindo operações rápidas e eficientes;
- **Estética e Design Minimalista:** Buscar o design visual agradável e eliminar informações não essenciais;
- **Ajuda aos Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar Erros:** oferecer mensagens de erro claras e sugestões construtivas para os usuários resolverem problemas;
- **Ajuda e Documentação:** Fornecer recursos de suporte e ajuda aos usuários quando necessário, mas que não interfiram na experiência principal.

Já a Interação Humano-Computador ou o famoso IHC, é um campo que estuda a implementação de sistemas digitais para facilitar a comunicação entre seres humanos e computadores. No contexto dos jogos digitais ou da gamificação, **a IHC é essencial** para a criação de interfaces e controles que proporcionem uma experiência de usuário fluida, intuitiva e envolvente. Sua aplicação foi fundamental para o entendimento das necessidades variadas do público-alvo, dos quais são contemplados por trabalhadores da construção civil de variados perfis e faixa etária. Na prática, o campo de Interação Humano-Computador vai além do design de interfaces gráficas do usuário (GUI) e da criação de telas de menu. Ou seja, voltado a área do jogo ou gamificação, um personagem jogável ou o universo de um jogo interage com o jogador em contextos físicos, sociais, mentais e culturais, contemplado por 8 regras básicas do IHC (Shneiderman, 2010).

- **Ajuda e Documentação:** Fornecer recursos de suporte e ajuda aos usuários quando necessário, mas que não interfiram na experiência principal.
- Prezar pela consistência;
- Permitir que usuários usem atalhos;
- Projetar diálogos para concluir tarefas;
- Prevenir erros;
- Permitir uma fácil reversão de ações;
- Apoiar o interno controle;

- Reduzir a carga da memória de curto prazo.

Chegamos então nas interfaces interativas dos Jogos Digitais, por meio da Avaliação Heurística e interação Humano-Computador – IHC. Suas funções precisam de engajamento e retenção do jogador por meio dos seguintes elementos.

- **Facilitação da navegação:**

- a) As telas de interface, como menus e mapas, servem como guias para os usuários, ajudando-os a navegar pelo jogo de maneira eficiente e intuitiva.
- b) Elementos de navegação bem-posicionados e identificados reduzem a frustração e mantêm o fluxo do protótipo.

- **Fornecimento de informações relevantes:**

- a) A interface fornece informações fundamentais aos usuários, como estatísticas do avatar, itens disponíveis, objetivos e pontuações.
- b) A apresentação clara e concisa dessas informações é essencial para que os usuários tomem decisões informadas durante a aplicação.

- **Oferecimento de controle e customização:**

- Interfaces de configuração e menus de opções permitem que os usuários personalizem a experiência da aplicação, ajustando configurações de áudio, vídeo, controles e acessibilidade de acordo com suas preferências. **Sinalização de estado e progresso:**

- a) A interface sinaliza o progresso do usuário, indicando conquistas, níveis alcançados, objetivos concluídos em relação as instruções da Segurança e Saúde do Trabalho.
- b) Isso mantém os usuários informados sobre seu desempenho e os motiva a progredir na aplicação.

- **Feedback e estatística do progresso:**

- a) Fornece um feedback ou um tutorial claro sobre o desempenho do usuário, destacando o motivo pelo qual a aplicação foi finalizada (por exemplo, perda das pontuações adquiridas sobre as instruções das NR's, não atingindo o objetivo principal.).

- b) Pode exibir estatísticas relevantes da usabilidade, como pontuação final, tempo jogado, objetivos alcançados, entre outros. Essas estatísticas podem motivar o usuário a tentar novamente ou aprimorar seu desempenho.

- **Design relacional e temático:**

- a) Em relação ao layout implementado, como podemos verificar no item 5.6.1 de alta fidelidade (figuras 35, 36, 37, 38 e 39), é apresentado uma interface simplificada nas telas de menu, contemplando poucos elementos visuais para o usuário, evitando uma poluição visual em relação ao acesso, apresentação, informação e tutorial do protótipo.
- b) Foi implementado também o senso de assimetria, criando-se uma ideia ou ilusão de que os elementos visuais são equilibrados, mesmo que não sejam idênticos. Por exemplo, podemos ter um objeto grande à esquerda e vários objetos menores à direita. No final, esses elementos ainda podem parecer equilibrados. No caso do protótipo, a esquerda temos elementos com traços curvos que remetem a lembrança de uma bota (ou calçados fechados específicos para os trabalhos na construção civil), em alusão a NR 06, de EPI,s sendo esse um equipamento importantíssimo na Segurança e Saúde do trabalhador. Já a direita, foram implementados os botões ou gatilhos de acesso, e mais centralizado, o tutorial ou elemento informativo a ser apresentado na tela.
- c) Nas telas de gameplay (figura 41), além da simplicidade, temos a profundidade. Ou seja, ao encadeamento das telas do jogo - quanto maior a sequência de ações ou telas que o usuário tiver que navegar para chegar a uma informação, mais profunda dizemos é a interface. No caso exemplificado na figura 41, o usuário precisa identificar em primeiro plano o EPI escolhido, selecioná-lo e obter a informação em segundo plano.

Alinhado com o Design e Layout apresentados, nos próximos tópicos, entenderemos melhor sobre a identidade visual desenvolvida no protótipo.

5.4.3 Identidade Visual - Tipografia

O estilo tipográfico escolhido para a implementação visual do protótipo foi o Roboto em negrito para títulos principais do Menu Inicial e suas seleções, podendo ser diversificada pela Roboto Flex e Roboto Serif em itálico para títulos e seleções secundárias. Os estilos são bem conhecidos e utilizados no design gráfico, sendo uma excelente escolha para interfaces usuais, especialmente para telas digitais e aplicações móveis, contemplando versatilidade em diferentes tamanhos e espessuras de

texto, com um design modernista e acessível na clareza na legibilidade e escrita. O uso dessa família tipográfica também será implementado para os textos informativos, de tutoriais das NR's e durante a gameplay/jogabilidade. O Roboto é a fonte padrão do sistema Material Design do Google, tornando-a uma escolha natural e eficaz para o design de produtos digitais.

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Oo
Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Fonte: Roboto

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn Oo
Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Fonte: Roboto Flex

*Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn
Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0*

Fonte: Roboto Serif

5.4.4 Identidade Visual - Cores

A paleta de cores foi escolhida com base no design de segurança definidas pela NR 26 (sinalização de segurança), mais especificamente com variações do amarelo, cinza, azul, verde e laranja. Segundo a Norma Regulamentadora 26 (MTE, 2025) cada uma possui um significado específico para sinalizar perigos, equipamentos de segurança, ações obrigatórias e áreas de circulação.

Para o protótipo, foram implementados da seguinte forma:

- a) **Botões:** As cores empregadas nos elementos de gatilhos como os botões (Figuras 35 e 36) e de informações sobre objetivos e feedbacks em gameplay, consistem em uma variação do verde - **verde brilhante (80, 216, 176)**, **verde claro (116, 254, 150)**.

VERDE-ÁGUA	RGB: 103, 255, 183 HEX: #67FFB7 PANTONE APROXIMADO: 14-4816 TCX
VERDE TURQUESA CLARO	RGB: 79, 215, 176 HEX: #4FD7B0 PANTONE APROXIMADO: 3255 C



Figura 35. Informação de botão.
Fonte: O autor (2025).



Figura 36. Botão de clique.
Fonte: O autor (2025).

- b) **Símbolos:** As cores empregadas na simbolização dos desenhos, como os exemplos de ícones dos equipamentos de proteção individual (figura 37), consistem em variações de: azul profundo/cadete (27, 98, 159) e azul *Little boy* (101, 173, 223).

AZUL PROFUNDO	RGB: 27, 98, 159 HEX: #1B629F PANTONE APROXIMADO: (295 C / 294 C / 5395 C)
AZUL <i>LITTLE BOY</i>	RGB: 101, 173, 223 HEX: #65ADDF PANTONE APROXIMADO: 16-4132



Figura 37. Ícones EPI's.
Fonte: Página Placar Sinalização (2025).

- c) **Layout e Background:** As cores empregadas no Background, são contempladas por variações do cinza para telas claras e telas escuras.

CINZA NEUTRO/CLARO

RGB: 186, 187, 186
HEX: #BABBBA
PANTONE APROXIMADO: COOL GRAY 3 C

DARK GRAY

RGB: 38, 38, 38
HEX: #262626
PANTONE APROXIMADO: COOL GRAY 11 C

- d) **Layout e seleções gameplay:** A cores empregadas nos elementos de seleção, de alertas e layout, como o design da API bota da lateral esquerda da interface e as placas das normas regulamentadoras (figura 38), consistem em variações de cores primárias quentes do laranja e amarelo.

LARANJA CORAL

RGB: 255, 133, 57
HEX: #FF8539
PANTONE APROXIMADO: 1505 C

LARANJA VIBRANTE

RGB: 235, 133, 38
HEX: #EB7126
PANTONE APROXIMADO: 158 C

AMARELO OURO

RGB: 255, 195, 0
HEX: #FFC300
PANTONE APROXIMADO: 123 C

AMARELO BEGE/CREME

RGB: 255, 242, 204
HEX: #FFF2CC
PANTONE APROXIMADO: 7401 C



Figura 38. Placas NR's.
Fonte: Página Engevolts (2025).

5.4.5 Protótipos avançados das telas e interfaces (alta fidelidade)

A interface refere-se à área de interação entre um usuário e um sistema, abrangendo todos os elementos com os quais o usuário interage durante o uso, sejam eles de natureza ativa ou passiva. Essa interação compreende tanto os componentes de *software* quanto de *hardware*, que incluem dispositivos de entrada e saída, como teclados, mouse, tablets, monitores, impressoras, entre outros. Em um contexto de comunicação, a interface desempenha o papel fundamental de ser o meio pelo qual ocorre essa interação entre o usuário e o sistema, facilitando a troca de informações e comandos.

Na Figura 35, podemos visualizar a tela de desenvolvimento do design de interfaces, por meio do editor *Widget Blueprint da Unreal Engine*. A aba Designer é a aba padrão no Editor de Blueprint de Widgets. Com a ajuda das ferramentas de edição disponíveis, podemos personalizar a aparência da interface do usuário. Além disso, é possível obter uma pré-visualização da tela do jogo, de acordo com o layout a ser ajustado. Os principais painéis de ferramentas encontradas na interface de desenvolvimento de telas e Layout da *Unreal Engine* são:

- 1) **Barra de menu:** Contém as opções de menu mais comuns.
- 2) **Barra de ferramentas:** Contém diversas funções comumente usadas para o Editor de Projetos, como Compilar, Salvar, Procurar, Reproduzir e etc.
- 3) **Modo de edição:** Alterna o Editor de Projetos entre os modos Designer e Gráfico.
- 4) **Paleta:** Contém a lista de widgets que pode ser arrastada para a janela do Designer Visual. Os widgets de painel funcionam como contêineres para outros widgets. É possível

adicionar funcionalidades extras aos widgets que estão dentro deles (caixas verticais e horizontais, sobreposição, telas, grid, efeitos e imagens).

- 5) **Hierarquia:** Exibe a estrutura do widget do usuário. É possível arrastar widgets do painel Paleta para este painel.
- 6) **Designer visual:** É a representação visual do layout da interface do usuário. Além disso, é possível manipular os widgets arrastados para o Designer Visual.
- 7) **Detalhes:** Exibe as propriedades do widget selecionada. É possível ajustá-las através deste painel.
- 8) **Animações:** Permite adicionar animações por quadros-chave aos seus widgets.

Na figura 39, podemos visualizar de modo geral, a interface do editor de blueprint de widget, relacionada com a numeração de cada painel.

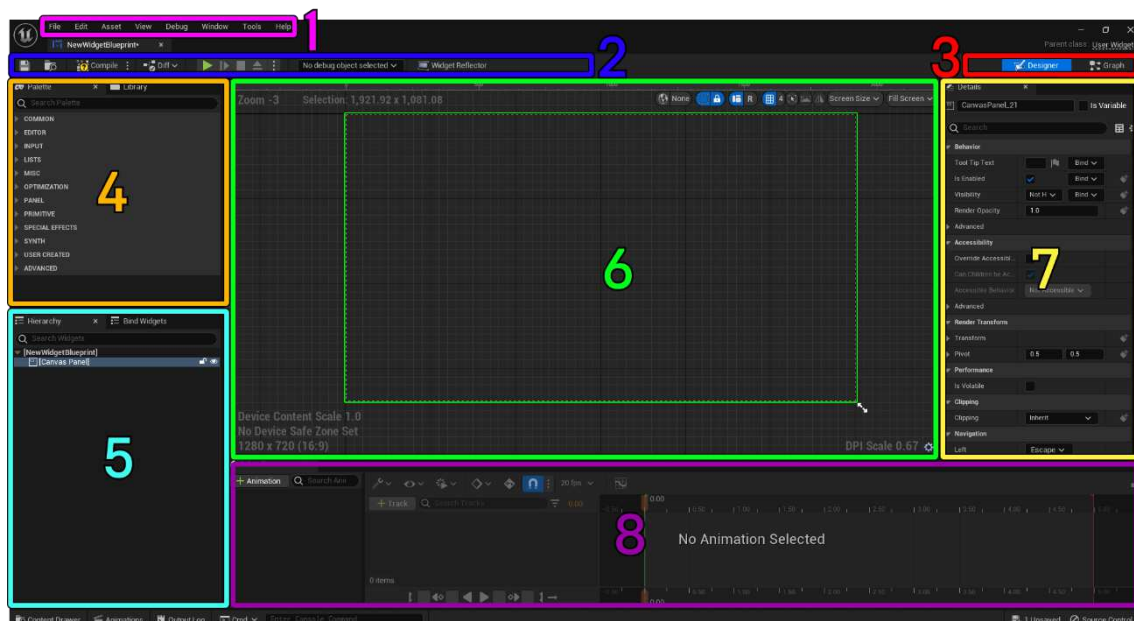


Figura 39. Editor Widget.
Fonte: Documentação Unreal Engine (2025).

Já na figura 40, é possível visualizar a aba Gráfico do Editor de Blueprint de Widgets, onde é possível implementar a programação visual.

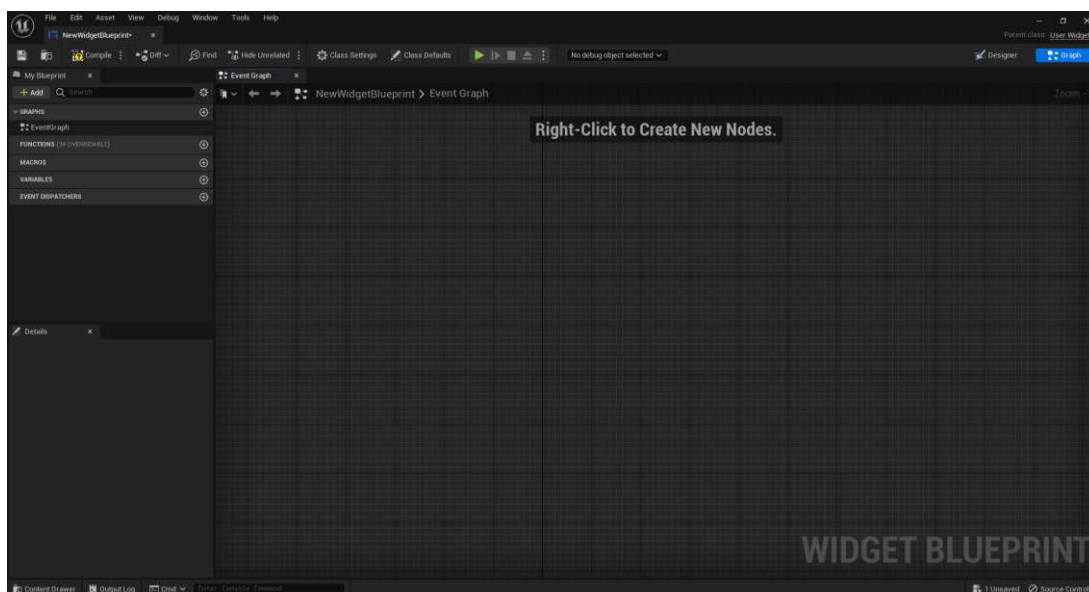


Figura 40. Editor de Blueprint Widget.
Fonte: Documentação Unreal Engine (2025).

As principais telas desenvolvidas para implementação do protótipo, foram trabalhadas com dois modelos de interface para cada tela de Menu, uma com background mais escuro e outra mais claro, contemplando opções de configurações que melhor se adeque a tela responsiva do usuário. Seguem as principais telas:

- a) **Menu principal (Main Menu):** Tela inicial da demo, da qual os usuários poderão acessar as informações principais do sistema instrucional, como informações sobre as normas regulamentadoras, tutoriais, créditos e acesso ao sistema e capacitação gamificada de segurança e saúde do trabalho. Na Figura 41, podemos visualizar a tela de Layout de como foram desenvolvidos os designs de interfaces, por meio de uma *Widget Blueprint da Unreal Engine*. Já nas figuras 42 e 43, destacam-se os dois modelos de telas do Menu Principal implementados.



Figura 41. Desenvolvimento do Menu Principal na Unreal Engine.
Fonte: O autor (2025).



Figura 42. Menu Principal (tela escura).
Fonte: O autor (2025).



Figura 43. Menu Principal (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- b) Tutoriais:** Tela da demo, da qual os usuários poderão verificar algumas informações sobre como a gamificação instrucional irá funcionar, bem como entender mais sobre os seus objetivos e propostas instrucionais. Ela também será uma tela de carregamento para

a prototipação de futura de gameplay. Nas Figuras 44 e 45 a seguir, visualiza-se o design do menu de tutoriais desenvolvido na *Game Engine*.



Figura 44. Tela de Tutorial/Carregamento (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

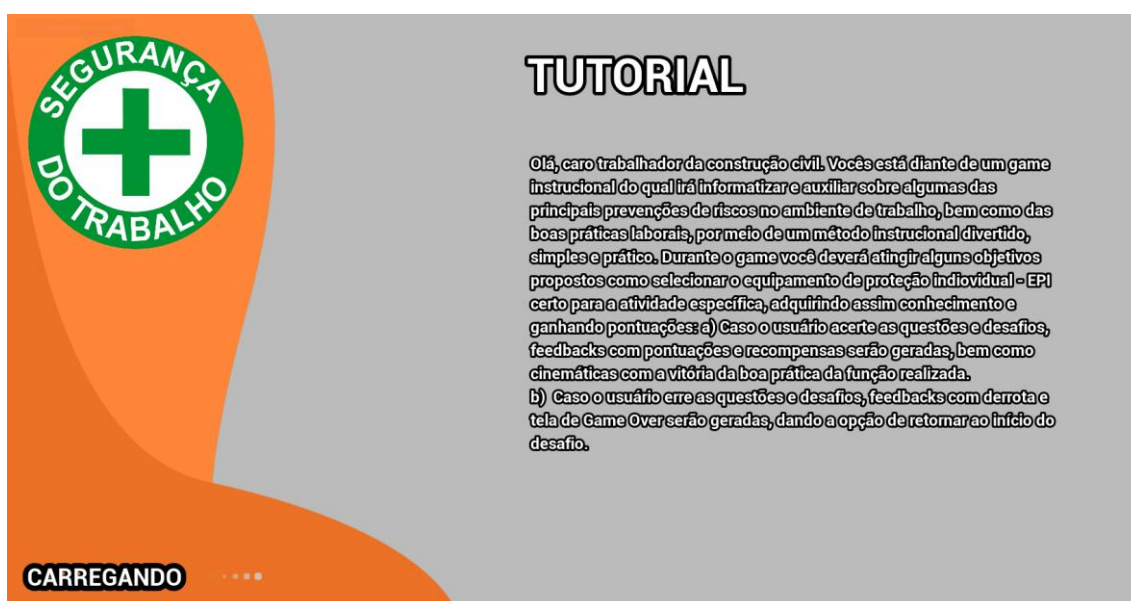


Figura 45. Tela de Tutorial (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- c) **Menu das NRs:** Menu do qual os usuários poderão verificar as informações das Normas Regulamentadoras e suas importâncias. Na demo para o protótipo foram implementadas

as verificações das NRs 06 e 05. Nas Figuras 46 e 47 a seguir, visualiza-se o design do menu de informações das Normas Regulamentadoras.

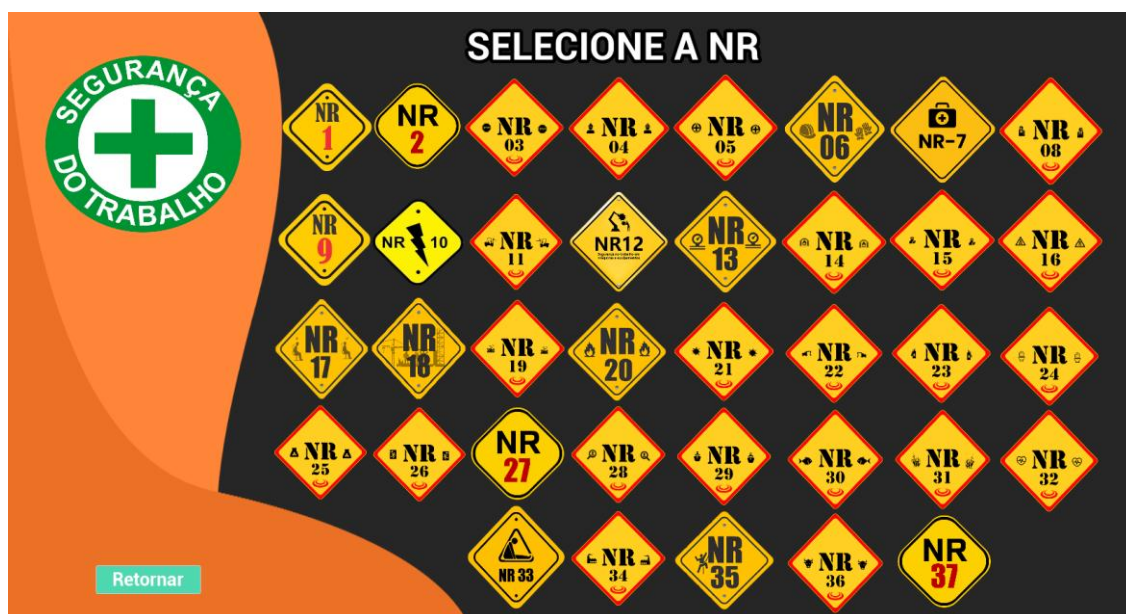


Figura 46. Menu das Normas Regulamentadoras (tela escura).
Fonte: O autor (2025).



Figura 47. Menu das Normas Regulamentadoras (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

- d) Menu NR 06:** Nas figuras 48 e 49, pode-se visualizar a prototipação da interface da tela de informações da NR 06, após ter sido selecionada na tela mostrada na imagem anterior.



Figura 48. Menu da Norma Regulamentadora 06 (tela escura).
Fonte: O autor (2025).



Figura 49. Menu da Norma Regulamentadora 06 (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- e) **NR 05:** Já nas Figura 50 e 51, visualiza-se a interface da tela de informações da NR 05, em relação a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, após ter sido selecionada na tela de Menu da Normas Regulamentadoras.



Figura 50. Menu da Norma Regulamentadora 05 (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

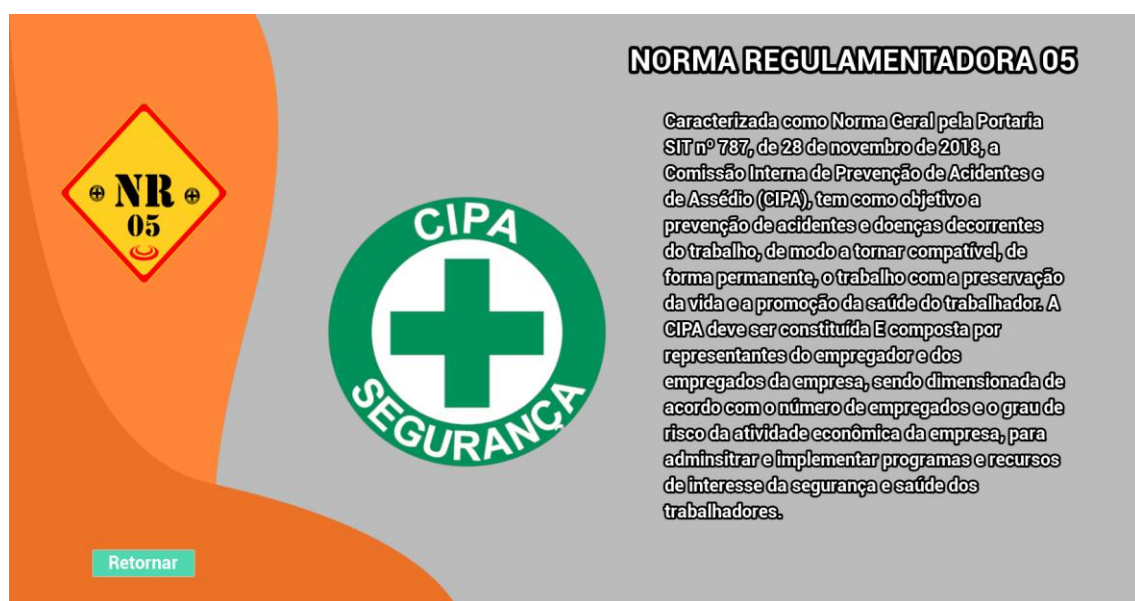


Figura 51. Menu da Norma Regulamentadora 05 (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- f) **Menu Capacitação:** Tela da demo, da qual os usuários poderão selecionar as capacitações gamificadas, onde foram implementadas a seleção de capacitação para os trabalhadores (Capacitação de EPIs) e a seleção de capacitação para gestores e profissionais (Mapa de Risco), visualizados nas Figuras 52 e 53.



Figura 52. Menu de seleção de capacitação (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

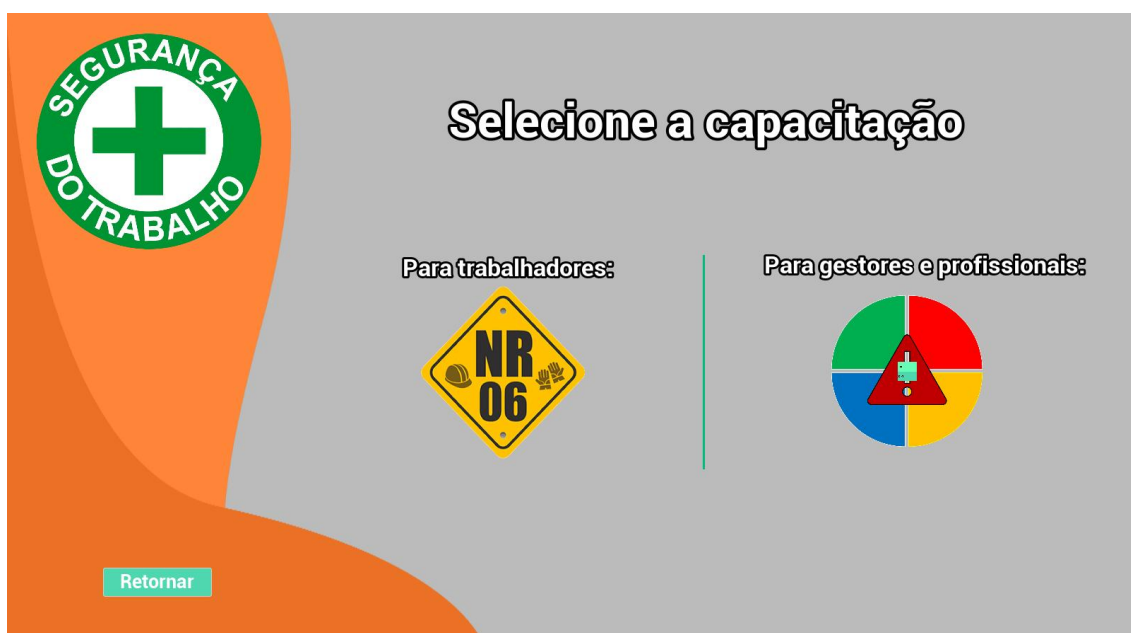


Figura 53. Menu de seleção de capacitação (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- g) Tela de Capacitação Equipamentos de Proteção Individual:** Tela demo de mini game de capacitação da qual os usuários poderão visualizar e identificar de forma gamificada, os Equipamentos de Proteção Individual - EPI. O mini game contempla um Avatar modelo

com a observação de partes específicas do corpo. O usuário então deverá relacionar e equipar cada EPI à parte do corpo correspondente do avatar, como mostrado nas figuras 54 e 55. Na figura 56, podemos observar como foi implementada a câmera em vista frontal do Modelo avatar da Unreal Engine, para o layout de tela da Capacitação EPI.

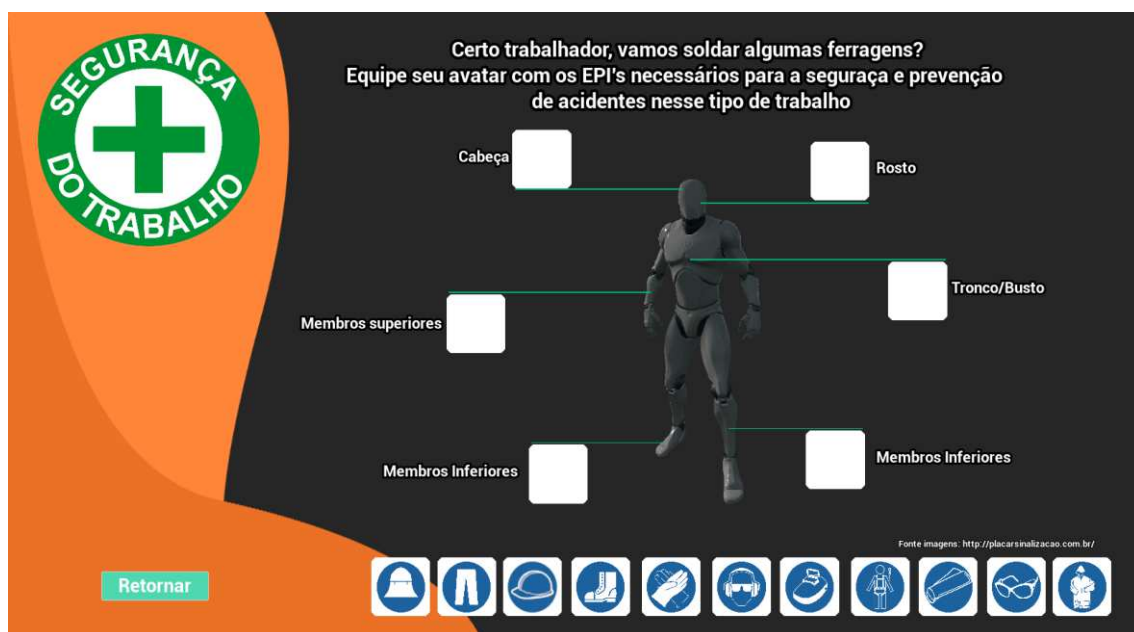


Figura 54. Tela de Mini game de capacitação de EIPs (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

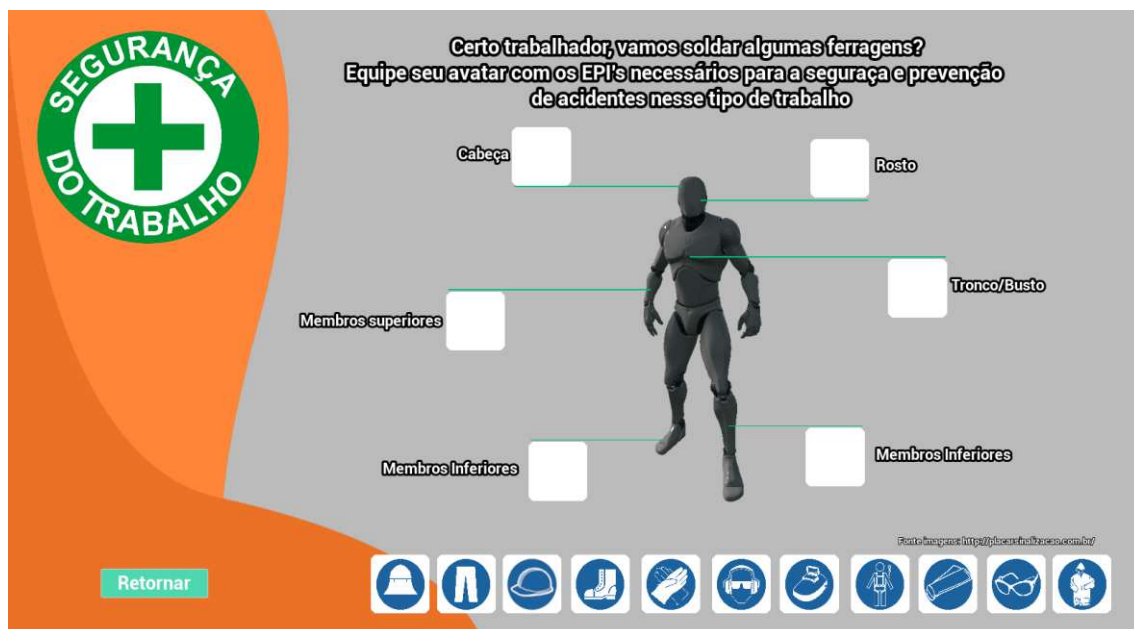


Figura 55. Tela de Mini game de capacitação de EIPs (tela clara)..
Fonte: O autor (2025).

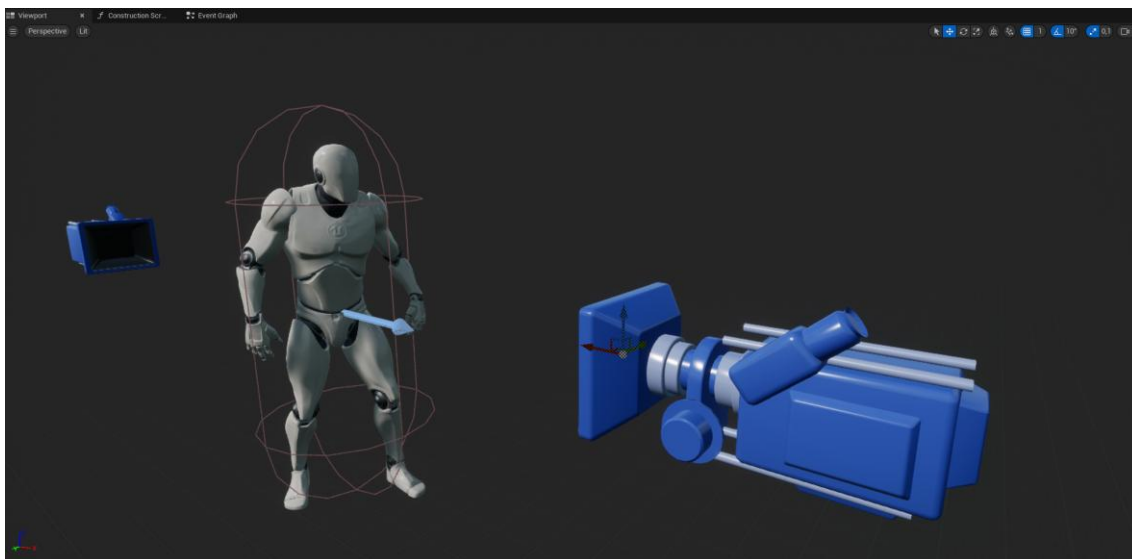


Figura 56. Implementação da câmera e vista do Avatar para o layout de tela.
Fonte: O autor (2025).

- h)** Tela de Capacitação Mapa de Risco: Tela demo de mini game de capacitação da qual os usuários poderão visualizar e identificar de forma gamificada, um Mapa de Risco. O mini game contempla uma planta baixa, da qual o usuário deverá selecionar o tipo e grau de risco correspondente para cada ambiente, como podemos visualizar nas figuras 57 e 58.

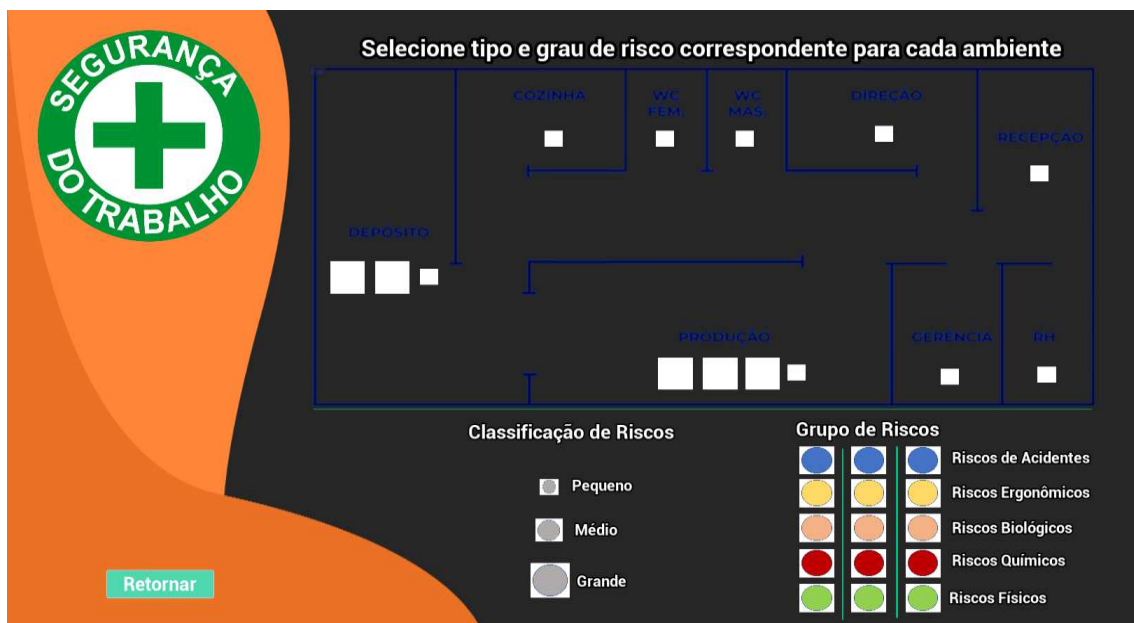


Figura 57. Tela do Mini Game do Mapa de Risco (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

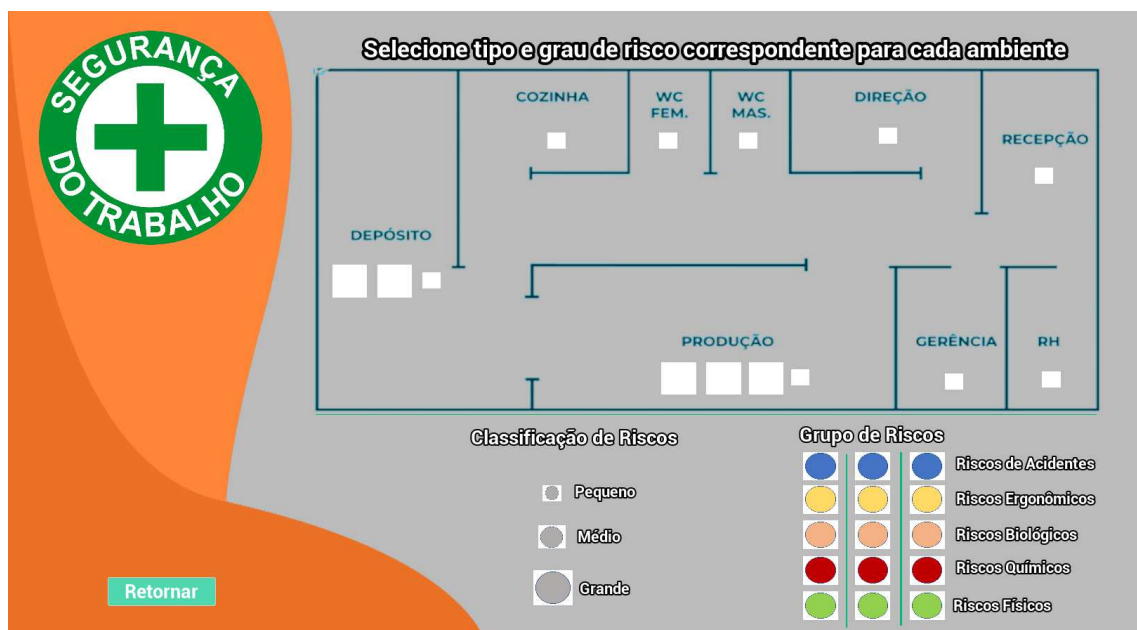


Figura 58. Tela de Mini Game do Mapa de Risco (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- i) **Tela de Quizz:** Tela demo de mini game com quizzes, do qual foi desenvolvida uma demo com 5 questões de múltipla escolha com perguntas variadas sobre as Normas Regulamentadoras. Nas figuras 59, 60, 61 e 62 podemos visualizar melhor a implementação dos dois modelos de tela das perguntas. Ao passar o cursor sobre as respostas, um feedback de mudança de cor do botão é apresentado visualmente ao usuário, bem como na seleção, mudando assim a cor da fonte da resposta selecionada. Já nas figuras 63 e 64, destacam-se a implementação das telas de resultados e pontuações do usuário em relação ao número de respostas certas.

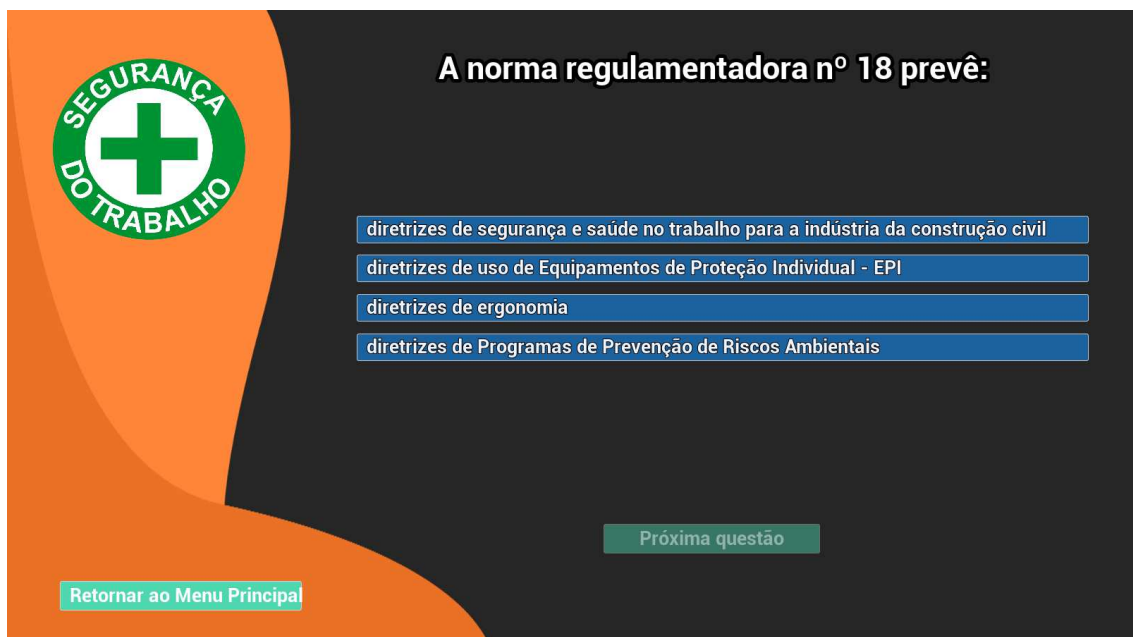


Figura 59. Tela de perguntas e respostas (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

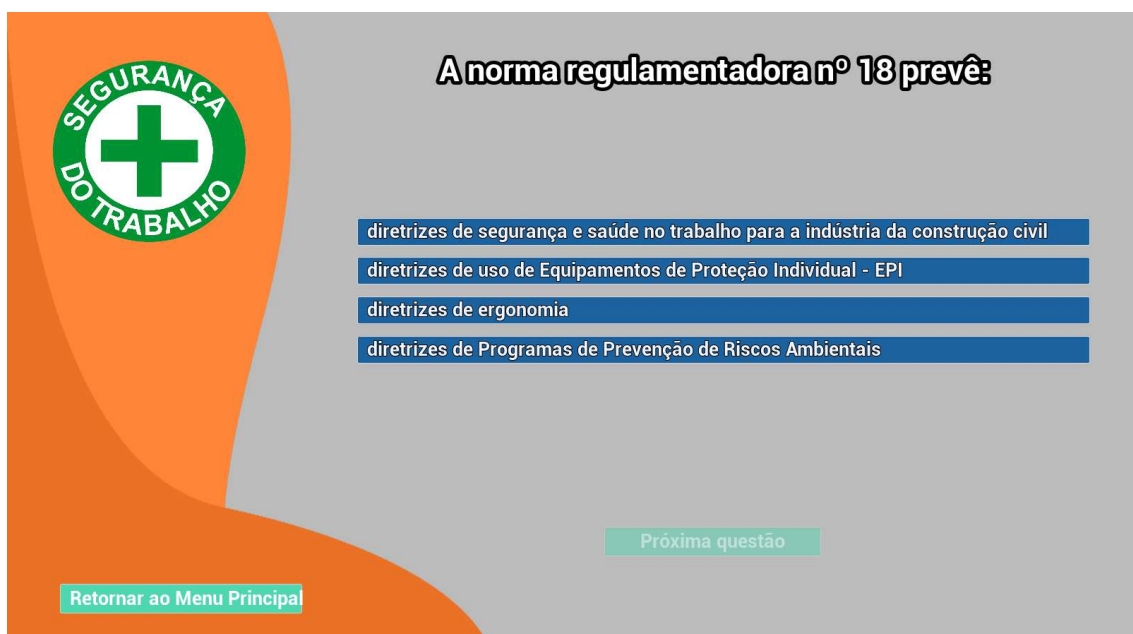


Figura 60. Tela de perguntas e respostas (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

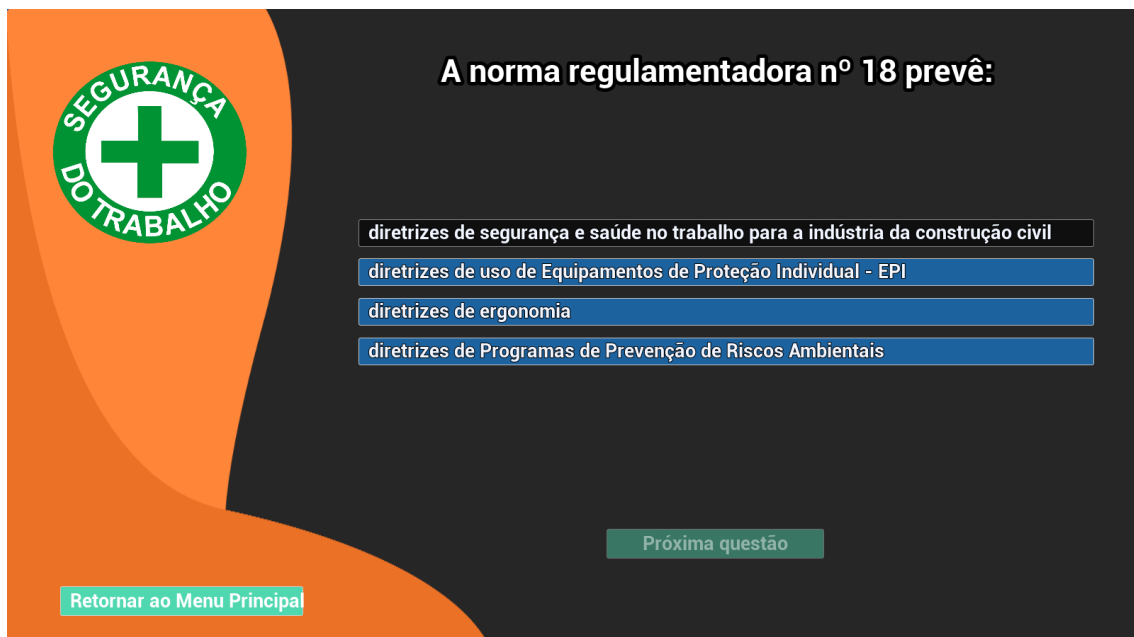


Figura 61. Feedback do cursor entre os botões.
Fonte: O autor (2025).

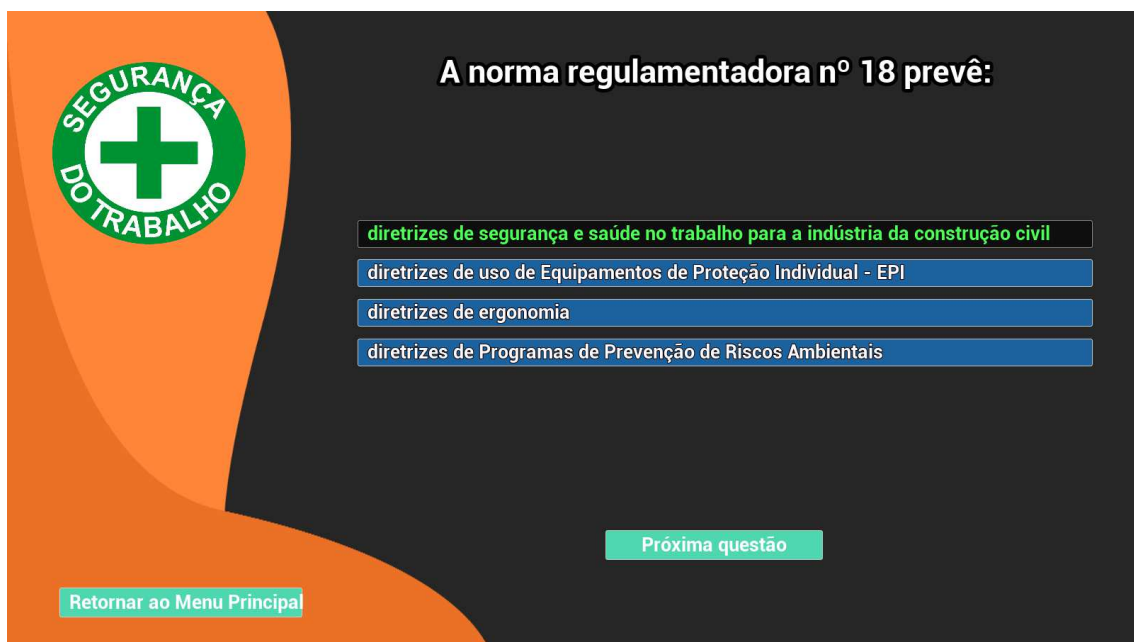


Figura 62. Feedback de seleção da resposta.
Fonte: O autor (2025).

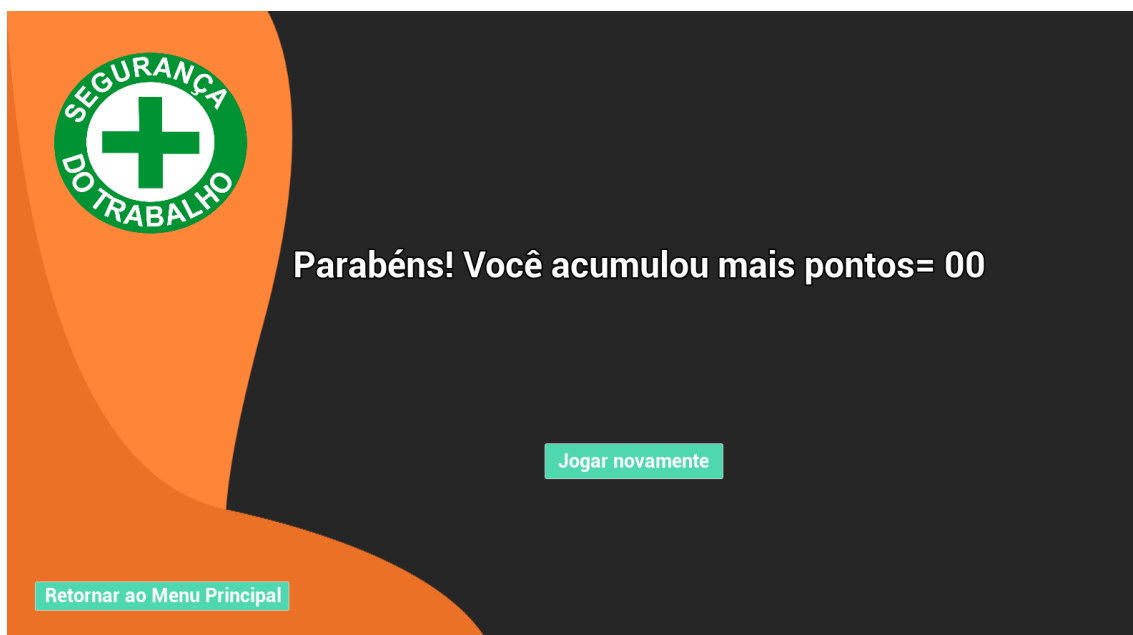


Figura 63. Tela de resultados e pontuações (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

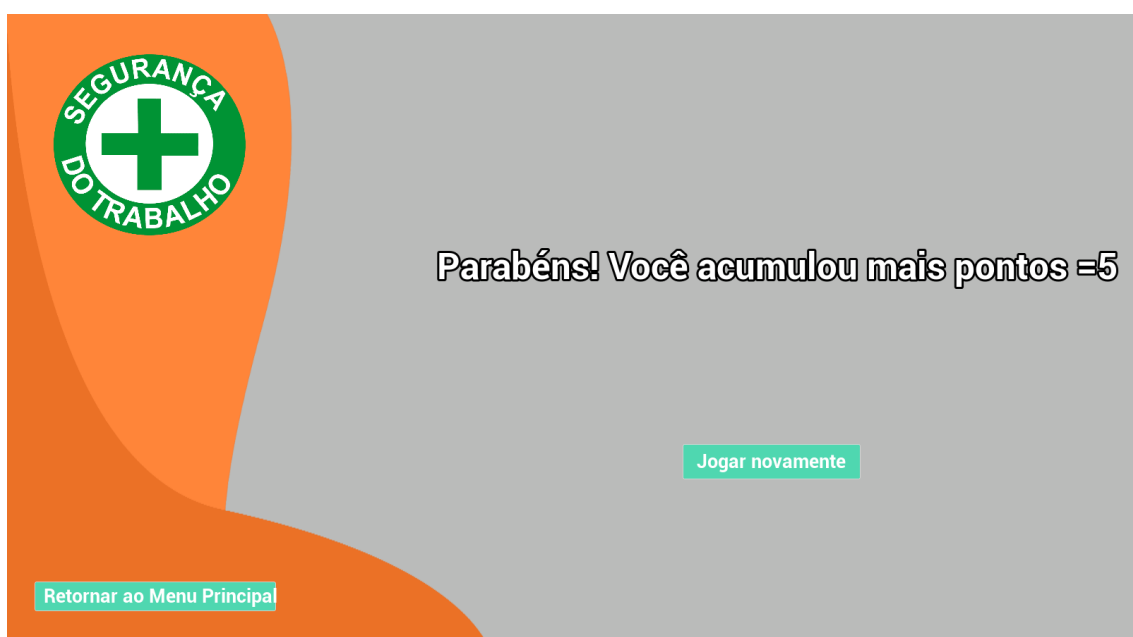


Figura 64. Tela de resultados e pontuações (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

- j) **Créditos:** Tela demo, da qual os usuários poderão visualizar em destaque os autores, desenvolvedores e assets utilizados no projeto. Foram implementados também os direcionadores de links. Por exemplo, quando o usuário clicar no botão Game Design:

Raphael Ferreira Martins, o link direciona o usuário para a página do seu Lattes. Se o usuário clicar no botão de créditos de imagens ou de músicas, automaticamente será direcionado para a página dos direitos autorais.



Figura 65. Menu de Créditos (tela escura).
Fonte: O autor (2025).

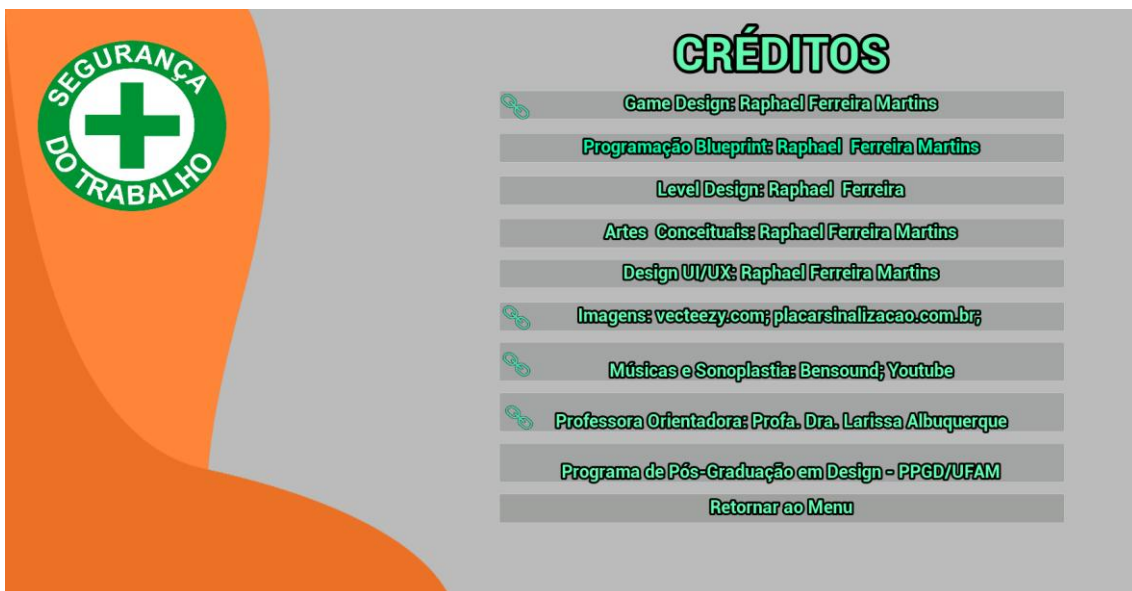


Figura 66. Menu de Créditos (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

5.4.6 Programação Blueprint das Telas e Interfaces

Após o desenvolvimento do design e layout das telas e menus, foi implementada a sua programação por meio da linguagem Blueprint, a linguagem visual nativa da *Unreal Engine*. Em cada tela foi implementada as funções dos seus botões, como selecionar submenus/subtelhas, avançar e retroceder telas, acessar páginas externas da internet e sair do protótipo. Podemos visualizar algumas dessas implementações nas figuras 67, 68, 69, 70, 71 e 72.

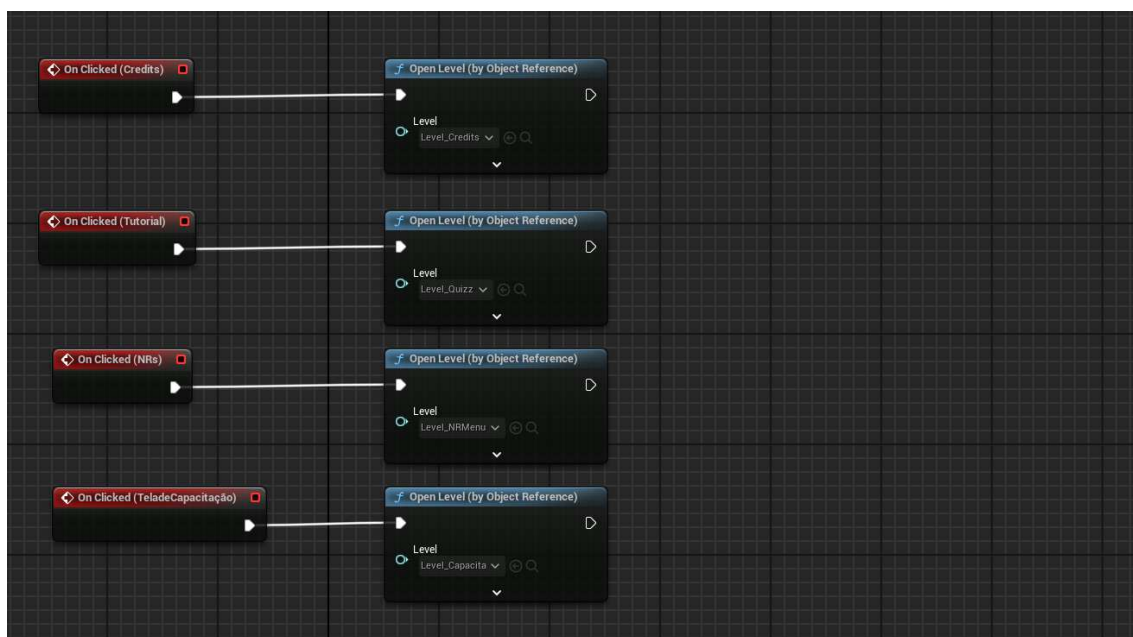


Figura 67. Programação Blueprint dos botões.
Fonte: O autor (2025).

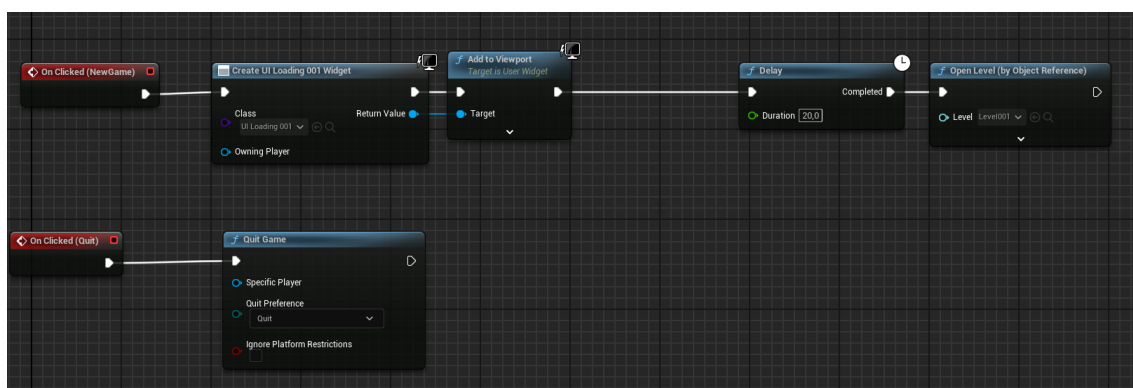


Figura 68. Programação Blueprint dos botões.
Fonte: O autor (2025).

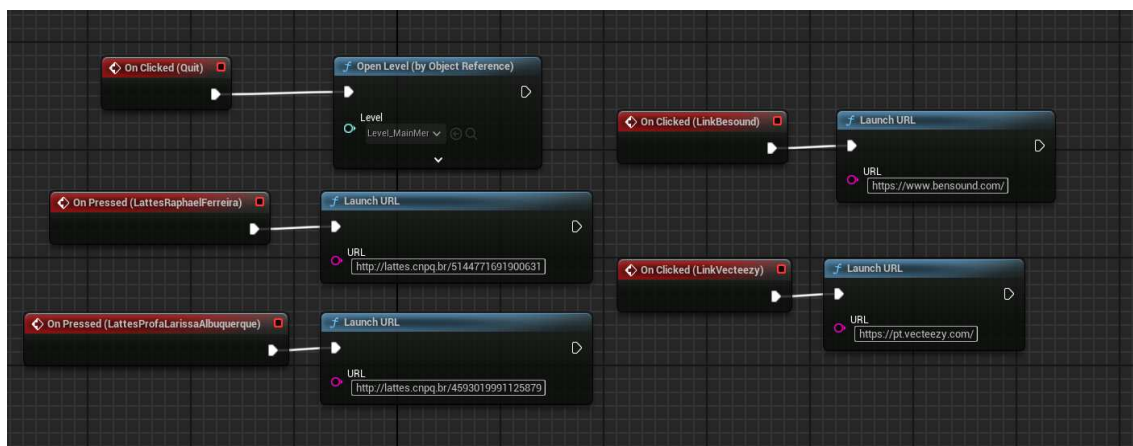


Figura 69. Programação Blueprint dos botões.
Fonte: O autor (2025).

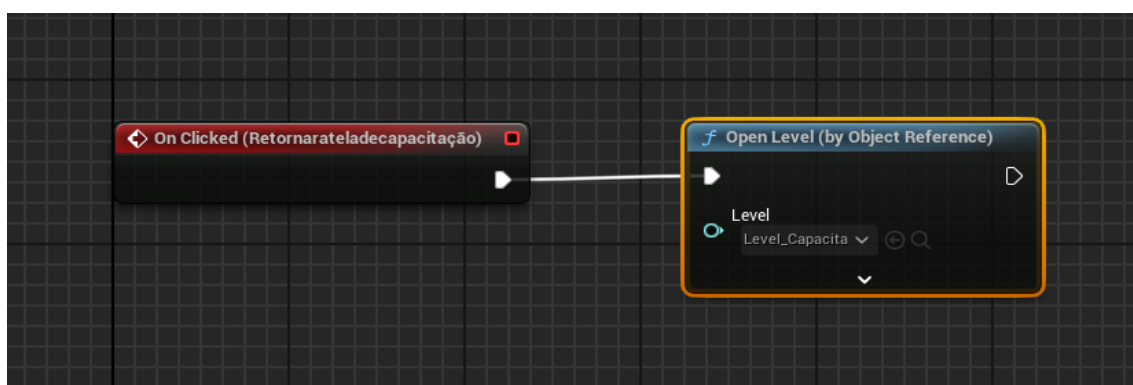


Figura 70. Programação Blueprint dos botões.
Fonte: O autor (2025).

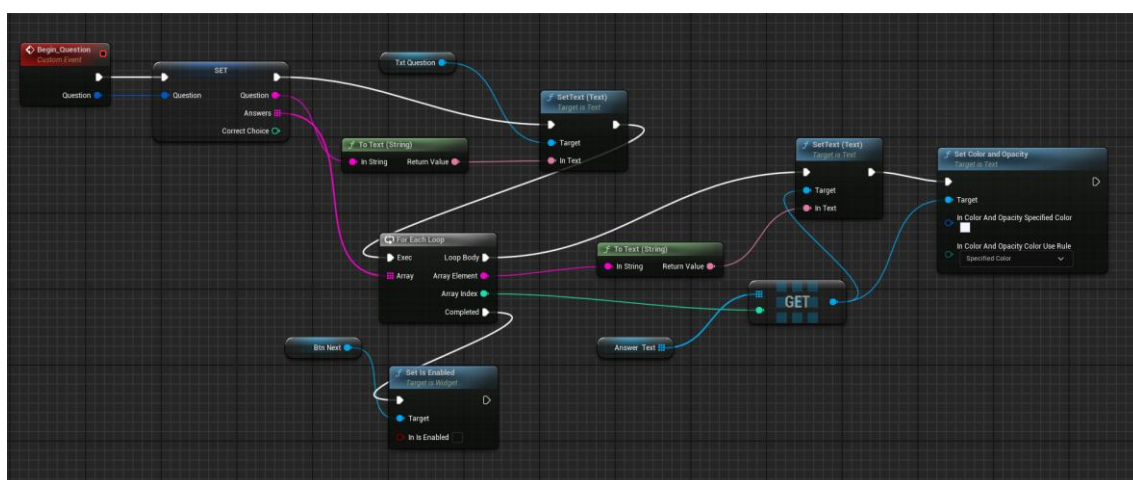


Figura 71. Programação Blueprint dos botões.
Fonte: O autor (2025).

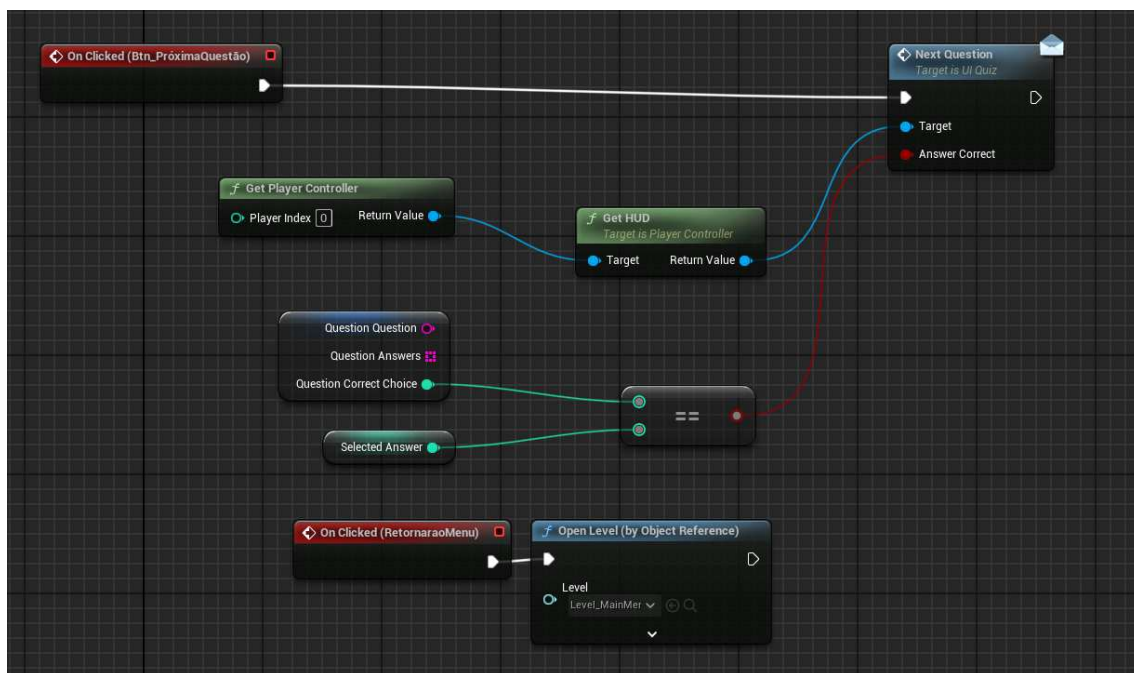


Figura 72. Programação Blueprint dos botões.
Fonte: O autor (2025).

5.4.7 Programação Blueprint da Lógica de Game Mode

Em cada tela também foi desenvolvida sua própria Blueprint de lógica de modo de Jogo, caracterizando-as como se fossem um level/nível/fase do protótipo. Nisso, foi possível implementar a inicialização do evento de cada Tela ou Menu, a liberdade do manuseio do cursor sobre as suas interfaces e botões e da trilha a ser tocada. Podemos visualizar na figura 73, o exemplo da Blueprint de lógica de Modo de jogo do Menu Principal.

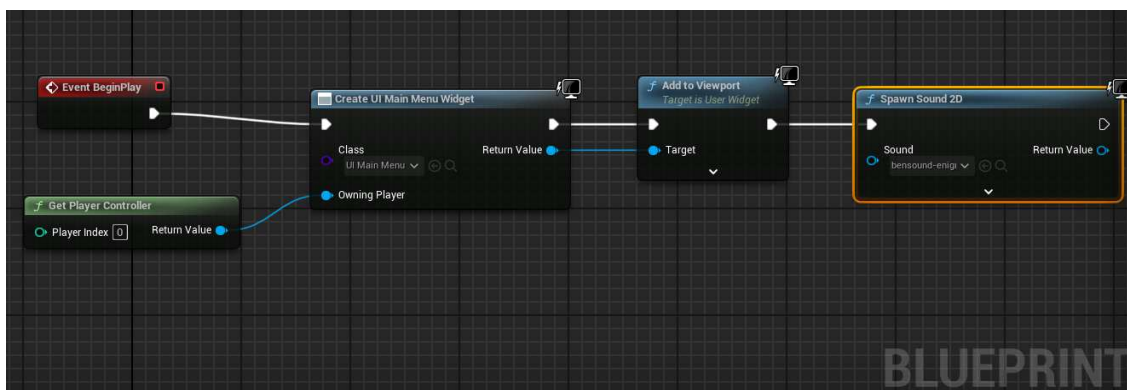


Figura 73. Programação Blueprint da lógica de Modo de jogo.
Fonte: O autor (2025).

5.4.8 Programação Blueprint de Mini Game da Capacitação

Nas telas de capacitação do usuário, foram programados os mini games do Mapa de Risco e dos Equipamentos de Proteção Individual, com a possibilidade de interação do usuário em arrastar e conectar as imagens e símbolos correspondentes aos puzzles da capacitação. Podemos visualizar nas figuras 74, 75 e 76 o exemplo da Blueprint de lógica de implementação do Mini Game.

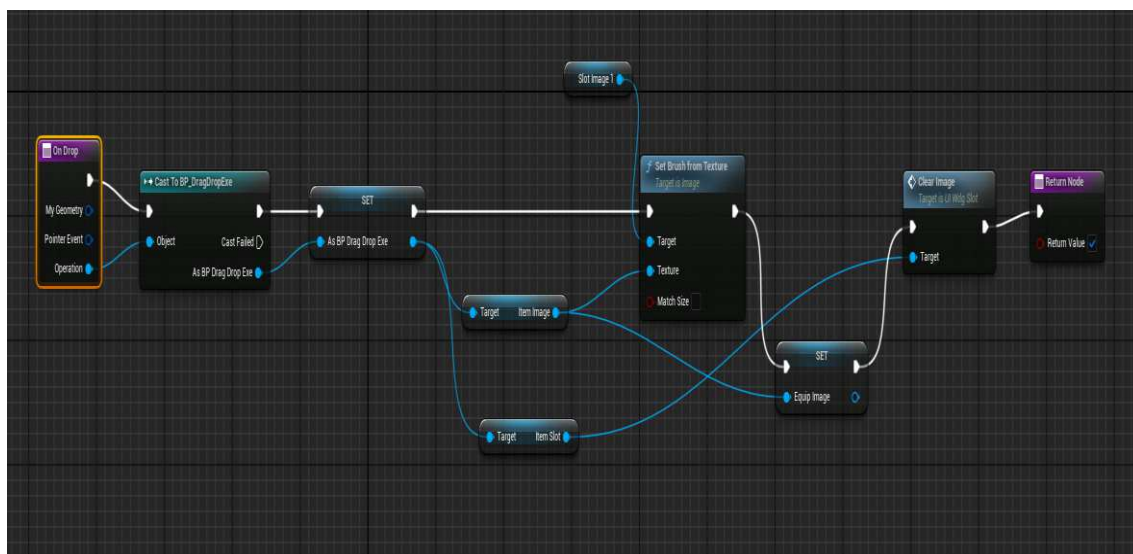


Figura 74. Programação Blueprint do Mini Game.
Fonte: O autor (2025).

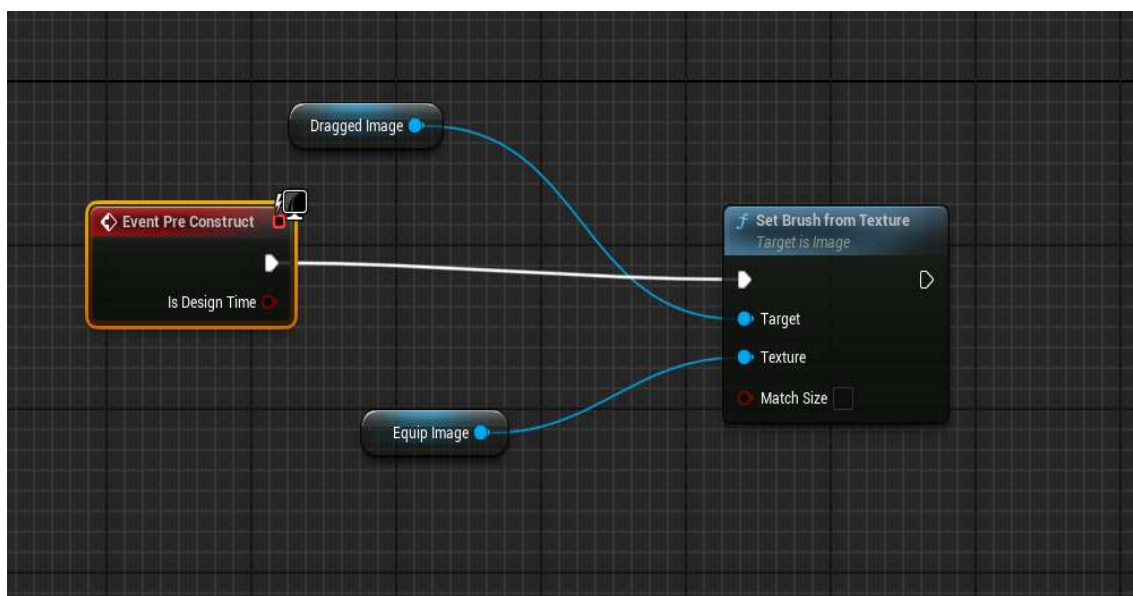


Figura 75. Programação Blueprint do Mini Game.
Fonte: O autor (2025).

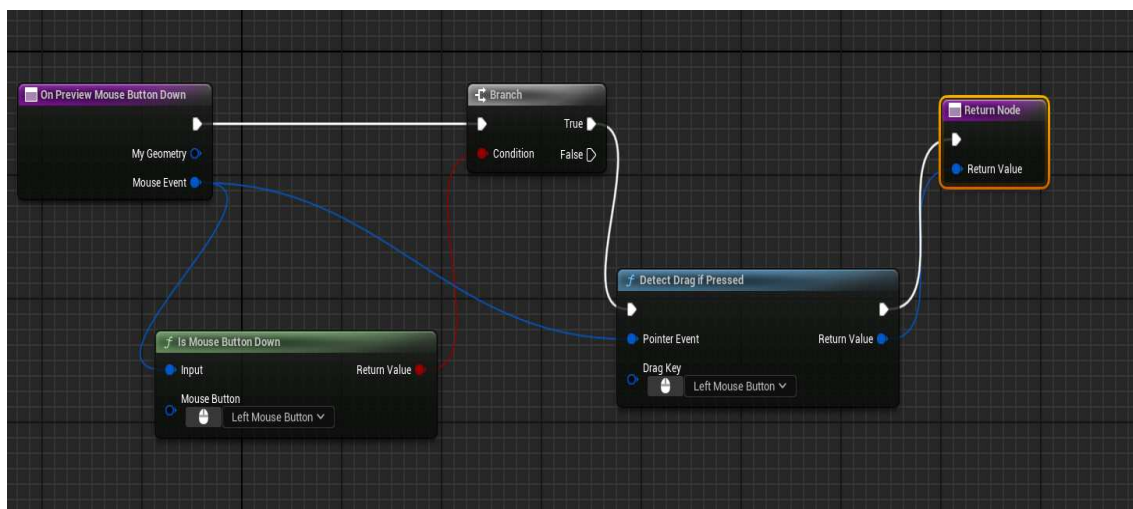


Figura 76. Programação Blueprint do Mini Game.
Fonte: O autor (2025).

5.4.9 Programação Blueprint Quiz

Para ser implementado as perguntas e possibilidades de respostas com múltiplas escolhas, foi desenvolvido uma estrutura de perguntas e respostas em um pequeno banco de dados, com parâmetros e variáveis em sua lógica de programação. Na figura 77, podemos visualizar o desenvolvimento de uma estrutura de banco de dados, para armazenar as perguntas e suas respostas certas e erradas.

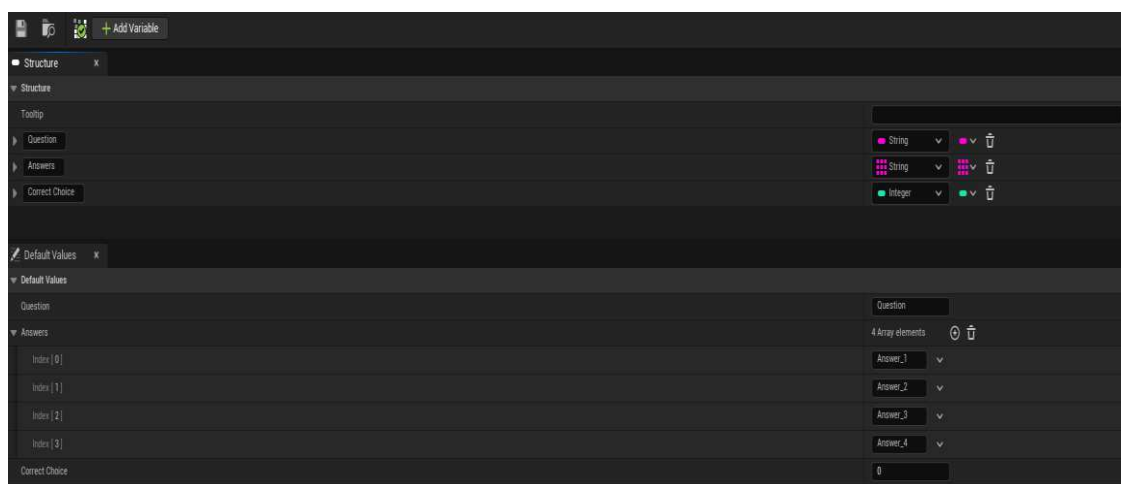


Figura 77. Estrutura de banco de dados de Perguntas e Respostas do Quiz.
Fonte: O autor (2025).

Já nas figuras 78, 79 e 80, podemos visualizar a programação Blueprint para a implementação das seleções dessas perguntas e respostas no Quis do protótipo.

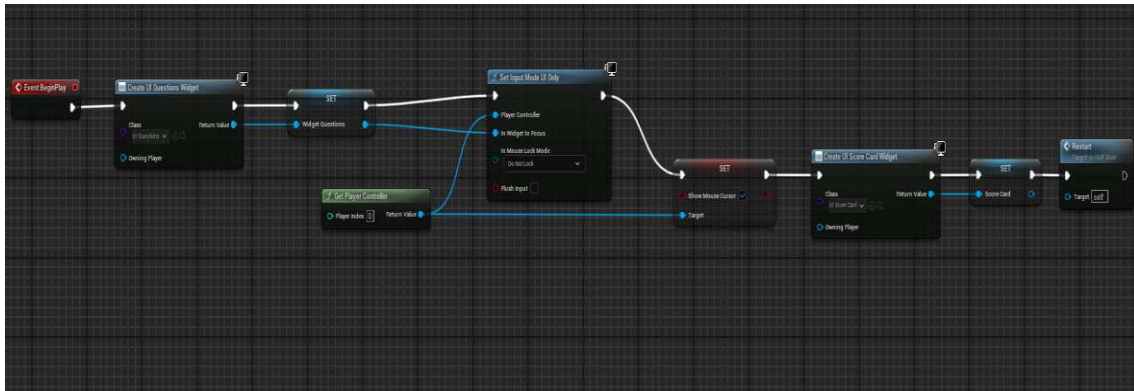


Figura 78. Programação Blueprint da estrutura de Perguntas e Respostas do Quiz.
Fonte: O autor (2025).

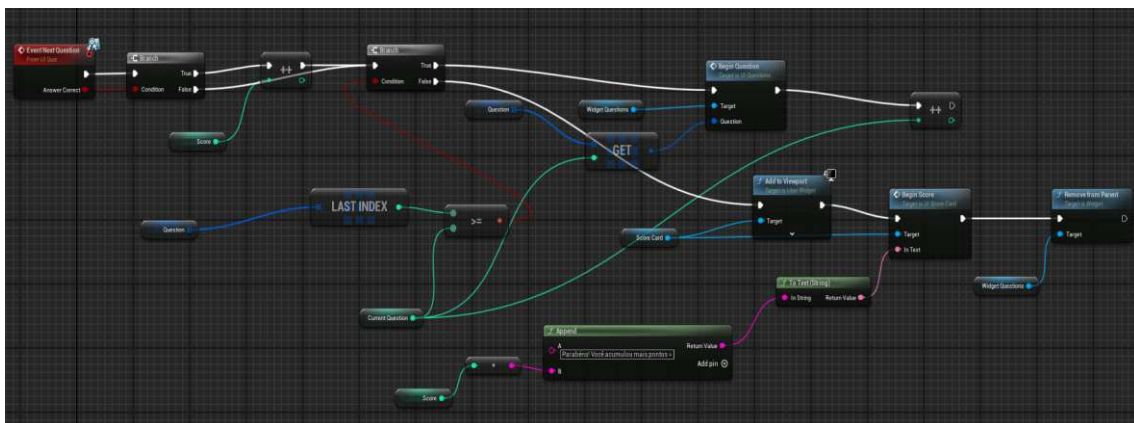


Figura 79. Programação Blueprint da estrutura de Perguntas e Respostas do Quiz.
Fonte: O autor (2025).

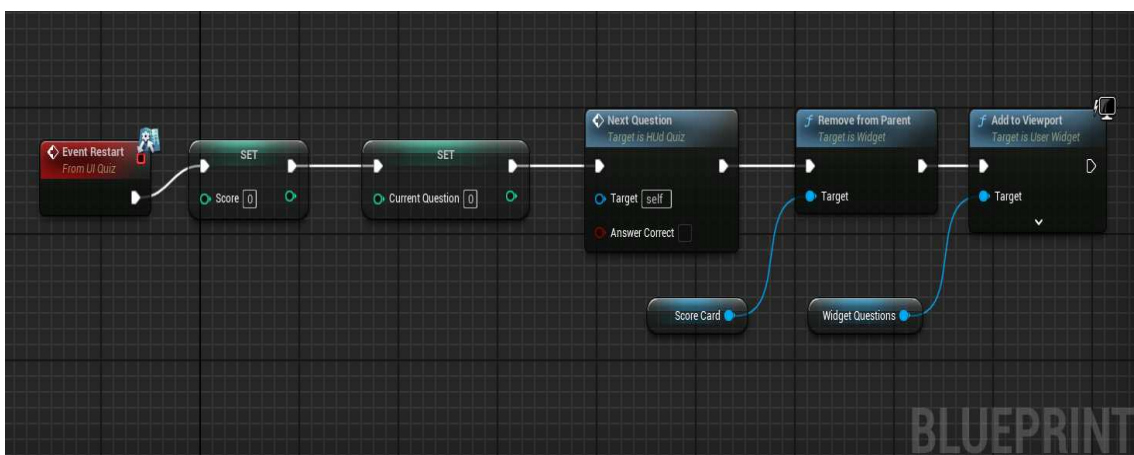


Figura 80. Programação Blueprint da estrutura de Perguntas e Respostas do Quiz.
Fonte: O autor (2025).

5.4.10 Mapa de telas

As imagens 81 e 82 apresentam a estrutura visual do mapa de telas, para melhor entendimento do fluxo e funcionalidade do protótipo.



Figura 81. Mapa de Telas (tela escura).
Fonte: O autor (2025).



Figura 82. Mapa de Telas (tela clara).
Fonte: O autor (2025).

Link do fluxo e mapa de telas do protótipo em funcionamento: [Vídeo dos Protótipos](#).

5.5 Resultados e discussões para futuras implementações de um Game Instrucional

5.5.1 *Level Design*

Level, níveis, fases, rodadas, capítulos, mundos, cenários, estágios, mapas, são muitos os termos usados para se referir aos níveis de um jogo. Essa variedade de nomenclaturas pode gerar confusão, mas todos esses nomes se referem ao mesmo conceito. Um nível pode ser entendido como uma parte menor do jogo, uma área onde o jogador interage até atingir um objetivo específico. São pequenas porções que se complementam para formar o todo, dividindo tarefas, elementos, mecânicas e narrativas de uma forma mais acessível para o jogador.

Como pode-se visualizar na Figura 83, o *Level* ou cenário da demo foi desenvolvido para representar um canteiro de obras, apresentando uma edificação de pelo menos dois pavimentos em progresso. Os objetivos são identificados de acordo com as opções de *gameplay*, bem como na interação dos objetos do cenário, como os Equipamentos de Proteção Individual – EPI.

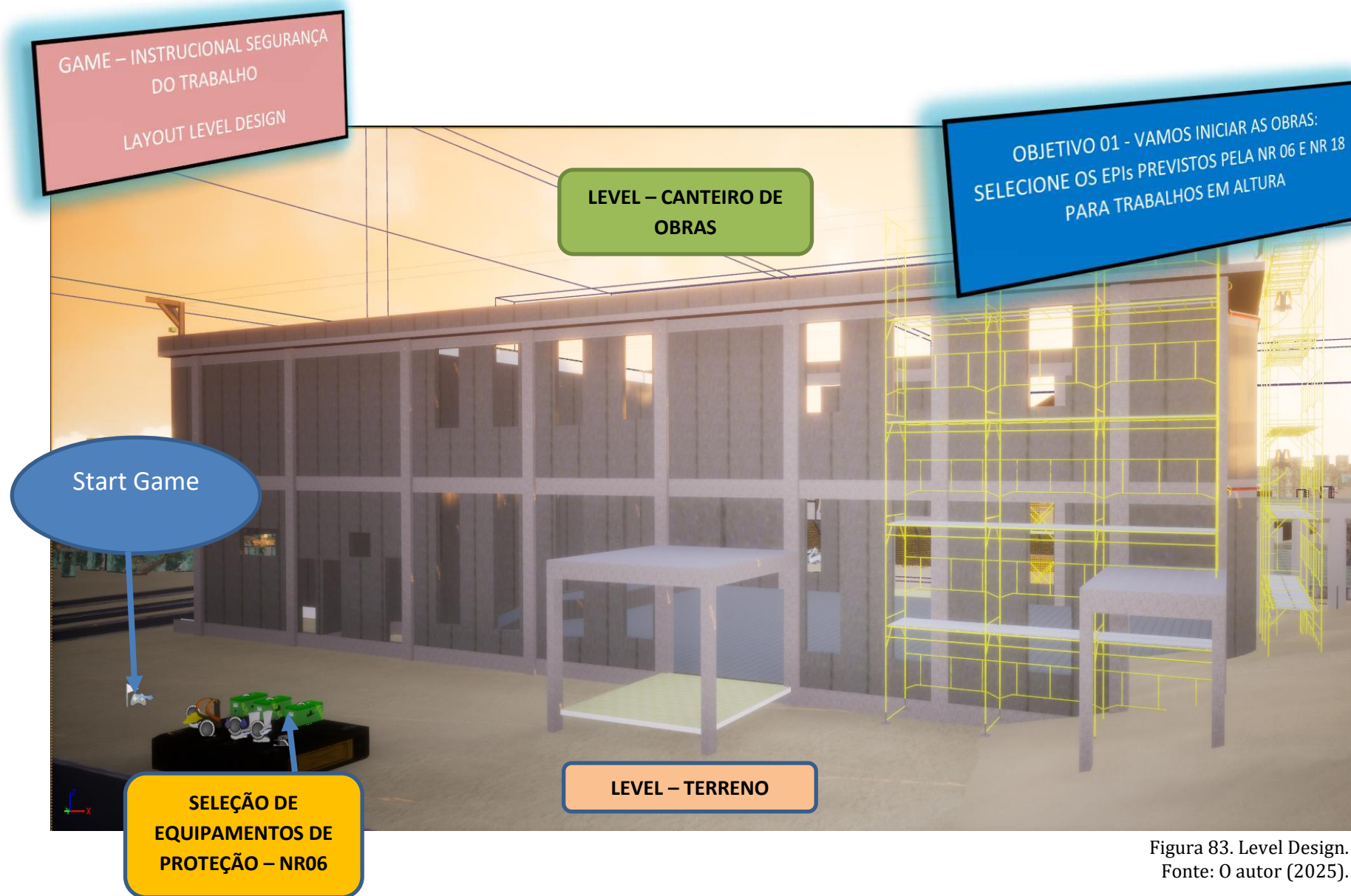


Figura 83. Level Design.
Fonte: O autor (2025).

5.5.2 UI/UX/HUD

Os papéis de Designer de UI e Designer de UX são distintos, mas interligados. Uma interface visualmente atraente sem usabilidade adequada pode frustrar o usuário, assim como uma interface funcional, mas esteticamente desagradável, pode não atrair a sua atenção. Portanto, a colaboração entre ambos é essencial para criar interfaces que sejam tanto atraentes quanto eficazes. Nos jogos digitais, essa sinergia é fundamental para proporcionar uma experiência de jogo imersiva e agradável, transformando interações simples jornadas cativantes para o jogador.

A partir do Design UI/UX, GUI (*Graphical User Interface*) e HUD (ou *Heads-up display*) no contexto dos jogos digitais. em nosso bom e velho português, tela de alerta, origina-se das cabines de aeronaves, onde o piloto vê todos os indicadores e medidores que mostram o estado do avião. Nos games, a HUD é responsável por exibir objetos, informações, dados, atributos, valores ou objetivos na interface do usuário durante a *gameplay*, para que o jogador esteja ciente do que acontece no jogo e com o personagem em tempo real. Por exemplo, quando a vida do personagem está em 100%, a HUD apresenta uma barra de saúde completamente cheia. Quando a vida chega a 10%, a HUD atualiza em tempo real, mostrando a barra de saúde quase vazia.

Pode-se visualizar na Figura 84, que a implementação do design da HUD (*Heads-Up Display*) e da GUI (*Graphical User Interface*) visa uma experiência intuitiva e acessível para o usuário durante as instruções e *gameplay*, como a visualização e seleção dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI de acordo com os objetivos propostos.

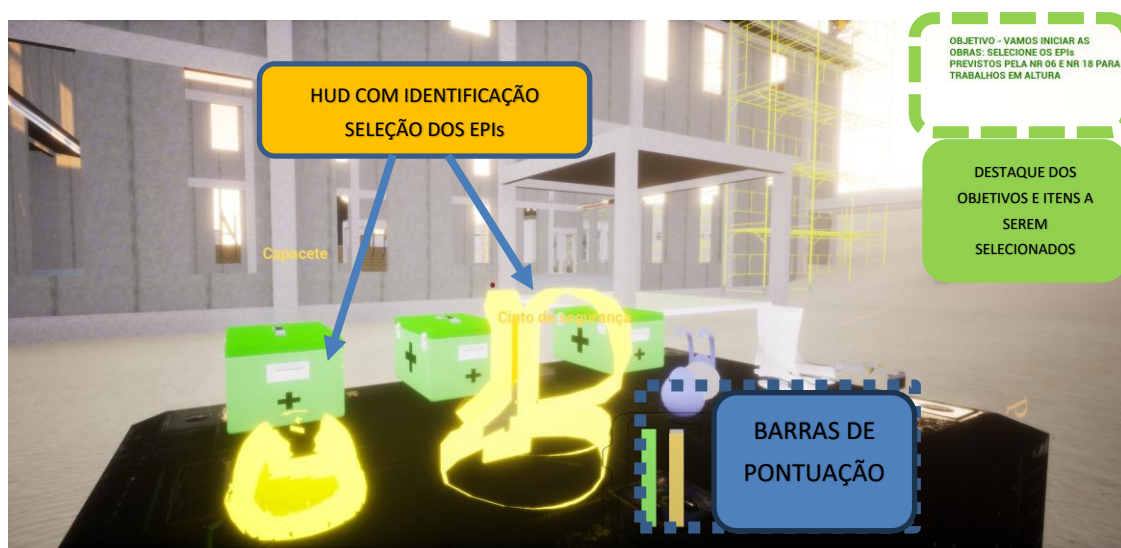


Figura 84. HUD, GUI e Gameplay.
Fonte: O autor (2025).

Nas Figuras 85 e 86, podemos visualizar outro exemplo de GUI implementada em gameplay, sendo a interação do jogador com os elementos de cena do game, representadas no caso por uma tela de celular com efeito borrado (blur) para foco maior do usuário/jogador na visualização da mensagem que mostra uma pequena narrativa com objetivos do jogador.

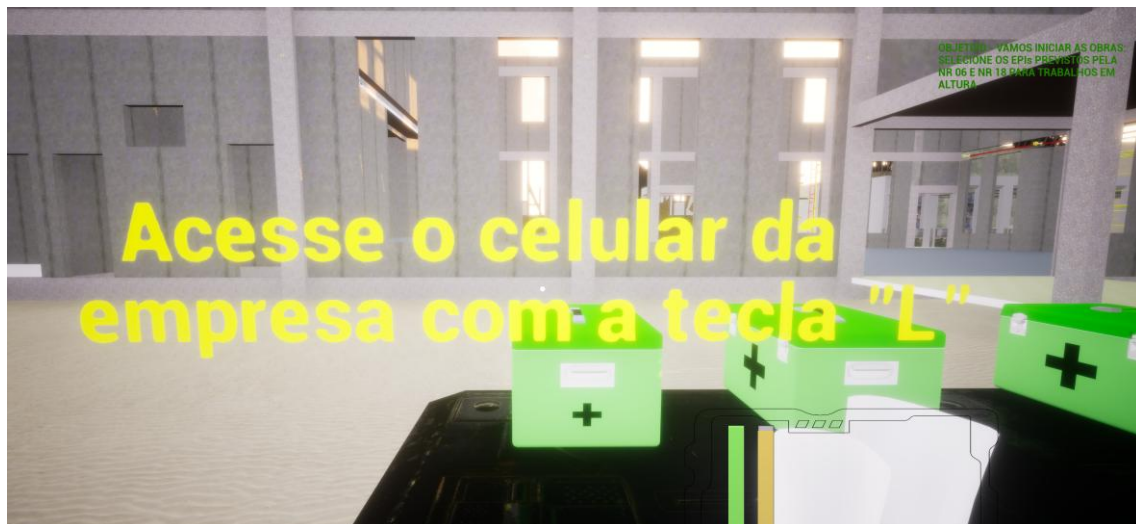


Figura 85. HUD, GUI e Gameplay.
Fonte: O autor (2025).

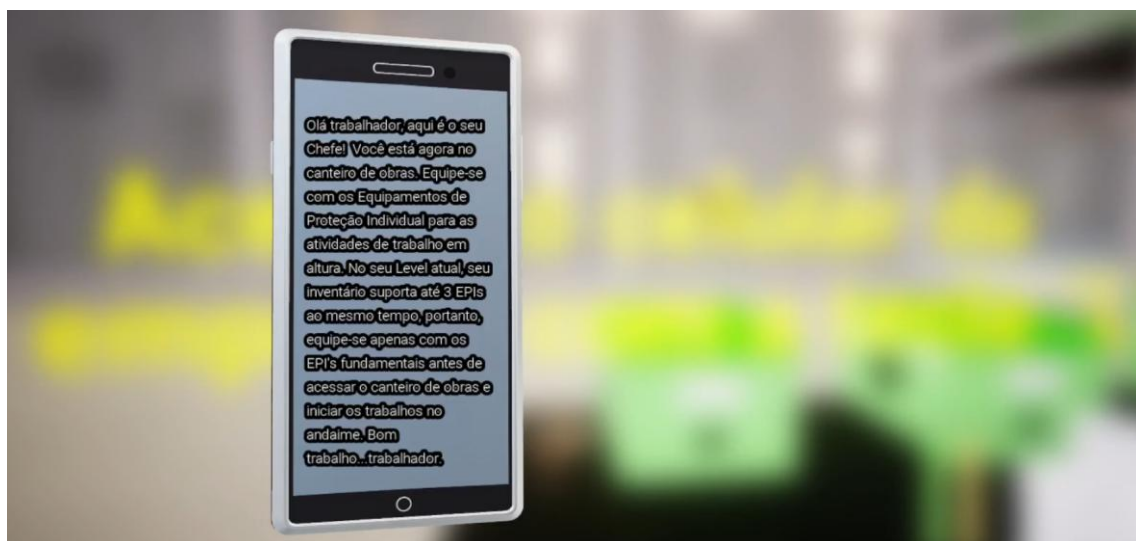


Figura 86. HUD, GUI e Gameplay.
Fonte: O autor (2025).

Na Figura 87, podemos visualizar um exemplo de implementação do menu de Pause, também trabalhado com efeito borrado de blur para distinguir o menu com a tela de gameplay da instrução.

O Menu apresenta as opções de seleção para continuar a gameplay da instrução, retornar ao menu principal e sair da instrução.



Figura 87. Menu Pause.
Fonte: O autor (2025).

Já na Figura 88, é possível visualizar um exemplo de implementação do famoso *Game Over*, ou seja, da derrota do usuário/jogador na instrução, também desenvolvido com efeito borrado de blur para distinguir o menu com a tela de gameplay da instrução. A tela de *Game Over* apresenta as opções de seleção para reiniciar a partir do último checkpoint, retornar ao menu principal e sair da instrução.



Figura 88. Tela de *Game Over*.
Fonte: O autor (2025).

5.5.3 Blueprint do Game

Para implementar um personagem jogável no universo do game, foi utilizado um blueprint base nativo da Unreal Engine chamado de *First Person BP*. Em sua blueprint, foi programado para testes o Modo de jogo, a câmera, os controles e movimentação do personagem e a interação com os elementos de cena.

5.5.4 Modo de jogo

O modo de jogo testado é *Singleplayer* (para uma pessoa), com projeção de um universo semi-aberto (canteiro de obras e construções) em visão *First Person* (visão em primeira pessoa), ou seja, a câmera principal do jogo deverá ser implementada na perspectiva do personagem simulando a visão do jogador (Figura 89). A visão em primeira pessoa não apresentará a visualização do personagem em cena, não havendo assim a necessidade de modelagem e animação 3D de um avatar para sua representação no universo do game.



Figura 89. Modo de jogo em primeira pessoa.

Fonte: O autor (2025).

5.5.5 Câmeras e Vistas

A câmera implementada para testes de gameplay foi a do tipo dinâmica, da qual é normalmente implementada em universos de jogos em 3D, contempla uma maior liberdade ao jogador em relação a perspectiva do personagem (primeira pessoa) ou do mundo (terceira pessoa), podendo ser movimentada e rotacionada livremente pelo jogador. É um recurso que ajusta automaticamente

visão do jogador, seguindo o personagem ou a ação para criar imersão e melhor visibilidade, diferente de câmeras fixas; ela usa técnicas como *cinemáticas*, ajuste de zoom/ângulo e ferramentas de Game Engine como o *Cine machine*.

Sendo assim, a câmera implementada no ponto de vista em primeira pessoa, poderá ser visualizada pelo jogador em 3 dimensões. As vistas dos objetos e espaços, irão proporcionar uma sensação de volume e realismo.

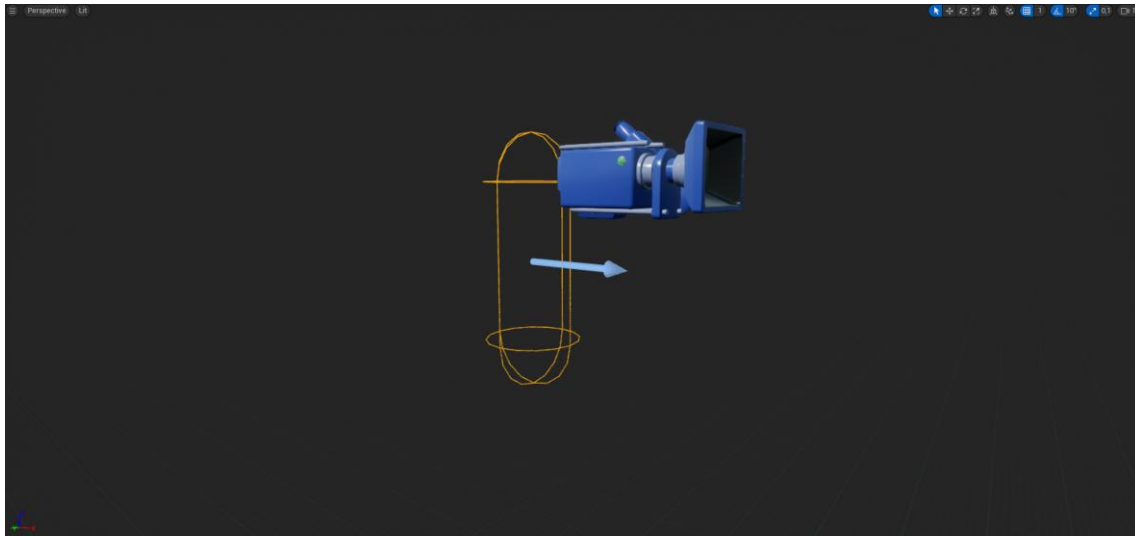


Figura 90. Implementação na Unreal Engine da câmera em primeira pessoa em relação a cápsula do personagem invisível.
Fonte: O autor (2025).

5.5.6 Controles e Inputs

Os controles foram implementados para testes de gameplay em computadores, utilizando *inputs* de teclado e mouse e simulação de joysticks analógicos em dispositivos móveis, de acordo com a quadro 04:

SIMULAÇÃO DE JOYSTICK EM DISPOSITIVOS MÓVEIS	TECLADO	MOUSE	AÇÃO
Direcional Analógico Esquerdo	- A ←; - S ↓; - D →; - W ↑;	-	Movimentação do personagem
Direcional Analógico Direito	-	Cursor	Movimentação da câmera. Sendo em primeira pessoa a padrão com visão de perspectiva do personagem.
Botão B	L	Left Click	Interação 01 com objetos de cena
Botão A	E	Right Click	Interação 02 com objetos de cena
Botão Start	Enter	-	Menu Pause

Quadro 3. Controles e Inputs.
Fonte: O autor (2025)

5.5.7 Programação Blueprint da Gameplay Instrucional

Com o design da HUD, GUI, modo de jogo, câmeras, controles e inputs projetados, foi então programado em linguagem blueprint, as funções e ações a serem realizadas pelo usuário/jogador dentro do game, como o andar do personagem (figura 91), as interações com os objetos de cena (figura 92) e o acesso ao Menu de Pause (figura 93).

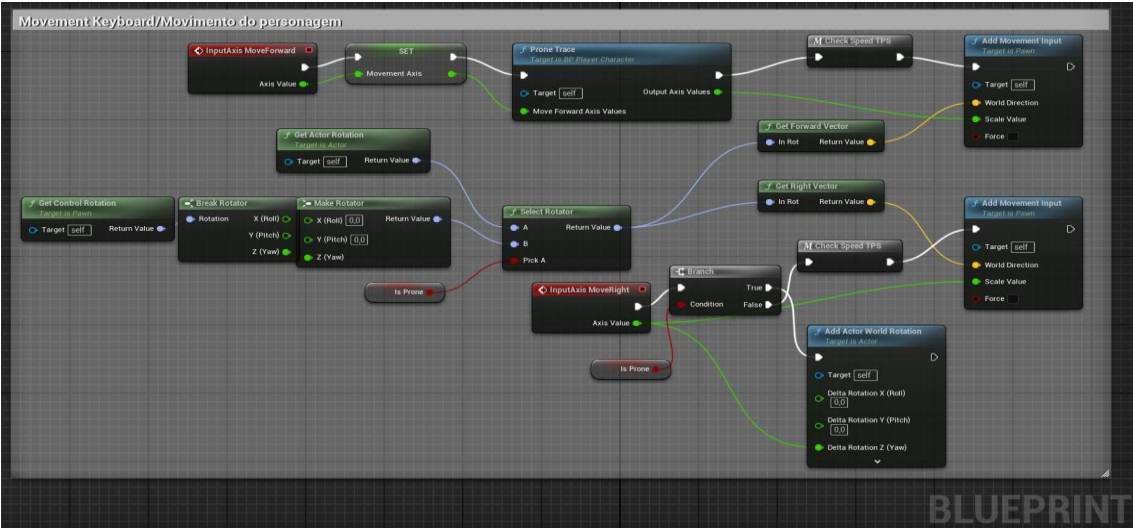


Figura 91. Programação da movimentação do personagem.
Fonte: O autor (2025).

Assim como nas Telas demo da Gamificação Instrucional, também foi implementado um Quiz teste no Game Instrucional (com a mesma programação Blueprint), também com questões de múltipla escolha com perguntas variadas sobre as Normas Regulamentadoras, relacionadas com as ações e objetivos realizados pelo usuário/jogador em gameplay. Na figura 94, podemos visualizar melhor a implementação no Game.

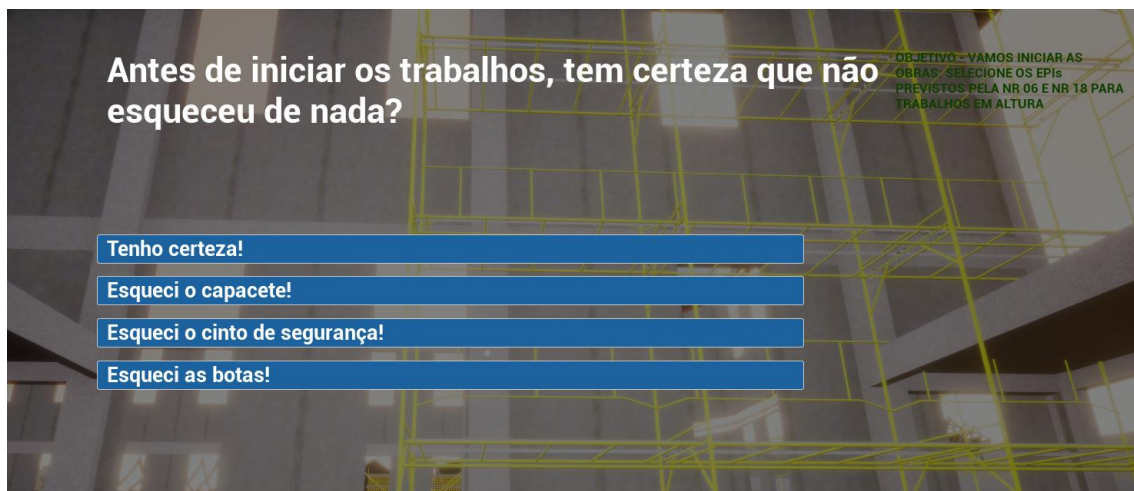


Figura 94. Implementação de Quiz no Game Instrucional.
Fonte: O autor (2025).

Considerações finais

A pesquisa desenvolvida possibilitou um bom entendimento da necessidade e importância do gerenciamento de riscos ambientais e das boas práticas laborais, valorizando a segurança e saúde do trabalho, especificamente dos trabalhadores da construção civil.

A metodologia de game instrucional, o design de jogos e certos conceitos de gamificação utilizadas nesta pesquisa, demonstraram sua utilidade para a implementação de um sistema que de fato auxilie, instrua e capacite os trabalhadores nas boas práticas laborais na construção civil, tendo em vista a necessidade de utilização das normas regulamentadoras e programas de segurança informatizadas por meio de mecânicas orientada a jogos, bem como na simulação e gerenciamento dos ambientes de trabalho, contemplando pontuações, recompensas e experiências, o que poderá instruir, auxiliar e capacitar os usuários de uma forma mais atrativa, engajadora, ativa, divertida e com uma maior imersão no conceito da segurança e saúde do trabalho.

A pesquisa qualitativa foi bem objetiva, com questionários aplicados em uma delimitação bem mais simplificada com 3 empresas da construção civil, seus contratados e profissionais da área. A simplificação da coleta de dados qualitativa foi bem vantajosa por se tratar de uma área muito extensa dentro do universo da Cidade de Manaus. Com essa delimitação da pesquisa e dos dados, baseando-se nos questionários que atendem todas as dúvidas necessárias da pesquisa, foi possível ter uma ideia bem específica e objetiva dos problemas que as empresas e trabalhadores passam em relação a segurança e saúde nos gerenciamentos de riscos e práticas laborais.

A partir da concepção e metodologia usada para o desenvolvimento do sistema, bem como da base na pesquisa realizada, foi possível elaborar e desenvolver propostas para o protótipo de gamificação instrucional de Segurança e Saúde do Trabalho, focado em um produto tecnológico, alcançando assim, os objetivos específicos do projeto de pesquisa. As ideias de interfaces iniciais no App Inventor até as implementações finais por meio da Unreal Engine, do mapa/estrutura e fluxo de telas e suas mecânicas do sistema de gamificação instrucional e posteriormente do modelo de cenário e gameplay do protótipo de game instrucional, foram desenvolvidas gerando uma Demo (demonstrativo) do protótipo para testes.

Durante o processo, foi possível desenvolver o Layout da Interface UI/UX com o Design planejado, com a diagramação do canva e suas formas, painéis de fundo, figuras, imagens, ícones, botões, paleta de cores, textos e tipografias. Com isso, foi possível implementar um mapa de telas com fluxograma

gamificado contemplado pelo Menu Principal, Menu de Créditos, Tutorial, Menu de seleção das Normas Regulamentadoras, Menu da Norma Regulamentadora 05, Menu da Norma Regulamentadora 06, Menu de Seleção de Capacitação, Menu de Capacitação de Equipamentos de Proteção Individual, Menu de Capacitação de Mapas de Riscos e Quizzes.

Após a implementação do Design e Layout, foi possível programar as telas para que fossem acessadas e testadas por meio da Linguagem Blueprint da Unreal Engine. Dessa forma, desenvolvimento proporcionou um protótipo em condições funcionais para Personal Computer podendo ser responsivo ou simulado para dispositivos móveis, contemplado por um sistema instrucional com proposta de capacitação educativa e de boas práticas laborais.

Além dos testes na própria Unreal Engine, o protótipo foi simulado em uma tela de smartphone de 5 polegadas por meio das ferramentas do APP Inventor, seguindo o mapa de telas implementado pelo seu fluxo projetado, do qual pode ser visualizado no link disponibilizado especificamente no item 5.6.4 Mapa de telas, do capítulo 5 de desenvolvimento, sendo possível exportar uma *build* do protótipo para dispositivos móveis de forma geral, de profissionais e trabalhadores da área.

Com o protótipo do sistema de Gamificação Instrucional bem idealizado, foi possível ir além e evoluir para a projeção de um sistema de Game Instrucional, que diferentemente de apenas telas e imagens de capacitação gamificada, será possível realizar experiências de gameplay, em um cenário simulado no canteiro de obras, como um jogo 3D em primeira pessoa. Com a utilização do personagem blueprint nativo da Engine, a implementação dos 3 “C’s” (**Character** que seria o personagem, **Camera** que seria as câmeras e vistas e **Control** que seria os controles e *inputs*) e a construção dos elementos de Design como o Level Design, a HUD (*Heads-up Display*) e GUI (*Graphical User Interface*), foi possível desenvolver uma programação básica inicial com mecânicas primárias de movimentação (andar e movimentar a câmera) e mecânicas secundárias de interação com objetos, seleção de equipamentos de proteção individual e puzzles com questões e quizzes.

O design, a interface, telas, usabilidade/jogabilidade e mecânicas de gameplay, estão em processos de melhoramento, para melhor experiência do usuário e validação de produto, para que, futuramente, possa se tornar um software e assim migrar de interfaces com gamificação instrucional para um Game executável Instrucional de Segurança e Saúde do Trabalho, podendo ser aplicado em um universo de realidade virtual, objetivando o consequente desenvolvimento no meu projeto de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Design – Mestrado Profissional.

REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Portaria SEPRT n.º 6.730, de 09 de março de 2020**. Brasília, 2020.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma regulamentadora 06**: Equipamentos de proteção individual – EPI. Portaria MTP n.º 4.219, de 20 de dezembro de 2022. Brasília, 2022.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma regulamentadora 18**: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Portaria MTb n.º 261, de 18 de abril de 2018. Brasília, 2018.

GESTÃO DE RISCOS: Técnicas para o processo de avaliações de riscos, ABNT NBR ISO/IEC 31010 de 2012.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Secretaria do Trabalho – Normas Regulamentadoras**, Publicado em 09/10/2020, atualizado em 05/05/2021. Brasília, 2021.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Portaria MTB da DOU**. (1978 a 2022). NR 06 e NR 18. Brasília, 2022.

STUDART, Nelson. **A Gamificação como design instrucional**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 44, 2021.

WERBACH, K., & HUNTER, D. **For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**. Wharton Digital Press, 2012.

HONÓRIO. H.M. **Razão de prevalência (O que é? Para que serve? Quando usar?) - Estudos Observacionais (PARTE 2)**. Youtube, 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=N8EDwQSuOp8>. Acesso em: 10 mai. 2023

HUNICKE Robin; LEBLANC Marc; ZUBEK Robert. **MDA: uma abordagem formal para o design e a pesquisa de jogos**. *Workshop on Challenging Game AI*. 2004.

Coordenadoria de estatística do TST. **Relatório Geral da Justiça do Trabalho 2023**. Site do Tribunal Superior do

Trabalho, 2023. Disponível em: <https://tst.jus.br/web/estatistica/jt/relatorio-geral>. Acesso em: 30 out. 2023

RABELO, Jairzinh, SILVA, Inayara e FONTENELE, Lady. **A educação e a gamificação**. Revista Ambiente, vol. 14 (3). 2022.

PIMENTEL, Reidevandro; THOMÉ, Sandra Maria Gomes. **Equipamento de proteção individual na educação profissional: sensibilizar para prevenir acidentes e promover a saúde**. Revista de saúde e educação, 2022.

JOHNSON, Steve. **Everything bad is good for you**. 1ª ed: Riverhead Books, 2005.

ROGERS, Scott. **Level Up! The Guide to great vídeo game design**. 2ª ed: John Wiley & Sons, 2010.

LEMOV, Doug. **Aula nota 10 3.0: 63 técnicas para melhorar a gestão de sala de aula**. 3ª ed: Penso, 2022.

MINAYO, M. C. S. **Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social**. In: (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade.

ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 9-2918
CASTAMAN, A. S.; VIEIRA, J. A.; PASQUALLI, R. **Inovações na sala de aula da educação profissional e tecnológica: revendo posições e tendências**, s.d.

K.M. Kapp, **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. Wiley, Nova York, 2012.

CASSOL, Vinícius. **Programação aplicada a games**. 1ª ed: Inter Saberes, 2022.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do Jogo**. 1ª ed: Edgard Blucher, 2012

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do Jogo**. 2ª ed: Edgard Blucher, 2012

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do Jogo**. 3ª ed: Edgard Blucher, 2012

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do Jogo**. 4ª ed: Edgard Blucher, 2012

CARDOSO, Leandro. **Level Design no desenvolvimento de Games**. InterSaberes; 1ª edição, 2023.

CASSOL, Vinícius. **Programação aplicada a Games**. InterSaberes; 1ª edição, 2022.

CASSOL, Vinícius. **Gamificar: Como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias**. 1ª ed: DVD EDITORA, 2015.

BURKE, Brian. **Gamificar: Como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias**. 1ª ed: DVD EDITORA, 2015.

ALVES, Flora. **Gamification – 2ª edição revisada e ampliada: Como Criar Experiências De Aprendizagem Engajadoras**. 2ª ed: DVD EDITORA, 2015.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: O jogo como elemento da cultura**. 1ª ed: Perspectiva, 2019.

WILLIAMS, Richard. **Manual de animação: Manual de métodos, princípios e formulas para animadores clássicos, de computador, de jogos, de Stop motion e de internet**. 1ª ed: Senac São Paulo, 2016.

CÓRDULA, Rodrigo. **Criando Games Com Unity - Direto ao Ponto**. Ciência Moderna, 2022.

PLATAFORMA EPIC GAMES. **Biblioteca de aprendizado Unreal Engine**. Disponível em: <https://dev.epicgames.com/community/unreal-engine/learning>. Acesso em: 20 dez. 2024

PLATAFORMA EPIC GAMES. **Documentação da Unreal Engine 5.4**. Disponível em: <https://dev.epicgames.com/documentation/pt-br/unreal-engine/unreal-engine-5-5-documentation>. Acesso em: 20 dez. 2024

APÊNDICE A

1. Qual a sua profissão, cargo ou setor que atua dentro do seguimento da construção civil?
 - ☐ Eletricista;
 - ☐ Pedreiro;
 - ☐ Soldador;
 - ☐ Mestre de obras;
 - ☐ Armador;
 - ☐ Pintor;
 - ☐ Carpinteiro;
 - ☐ Calceteiro.

2. O seu ambiente, setor ou local de trabalho apresentam características insalubres, como muita umidade, altas ou baixas temperaturas e pouca iluminação?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não

3. Você possui algum tipo de treinamento, capacitação ou curso de alguma norma regulamentadora (NR)?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não

4. O seu trabalho necessita de treinamento, capacitação ou curso de alguma norma regulamentadora (NR)?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não

5. O seu contratante implementa programas, capacitações ou treinamentos de cursos de normas regulamentadoras (NR)?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não

6. Você tem conhecimento dos riscos que corre e dos equipamentos de proteção necessários para sua segurança durante todo o seu processo de trabalho?
 - ☐ Sim
 - ☐ Não

7. Você já sofreu algum acidente de trabalho?

- ☐ Sim
- ☐ Não

8. Se sim, na maioria das vezes estava fazendo o uso adequado de EPI's (equipamentos de proteção individual) e/ou EPC's (equipamentos de proteção coletiva)?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Já no questionário de contratantes/gestores, estão exemplificadas questões como:

1. Com relação a saúde ocupacional dos colaboradores, quais as principais dificuldades encontradas na implantação das diretrizes das normas regulamentadoras e o dia a dia da construção civil?

- ☐ Não utilizam EPI's ou EPC's de forma adequada;
- ☐ Falta de conhecimento ou descomprometimento com as Normas Regulamentadoras 06 (Equipamentos de proteção) e 18 (Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção);
- ☐ Negligência diante dos riscos ambientais das suas atividades laborais;
- ☐ Execução ou manuseio de forma incorreta em suas atividades laborais;

2. Como são apresentados e informados aos trabalhadores, as capacitações e gerenciamentos e programas riscos?

- ☐ Por meio da gestão de profissionais da segurança do trabalho e de higiene ocupacional;
- ☐ Por meio de diálogos diários de segurança – DDS;
- ☐ Não aplicamos capacitações e gestões de programas de riscos aos trabalhadores;

3. Quais os maiores problemas encontrados nos processos de regularização junto aos órgãos de fiscalização da segurança do trabalho?

- ☐ Sistemas burocráticos;
- ☐ Falta de incentivos de programas em relação a segurança do trabalho;
- ☐ Taxas e valores impostos pela legislação do trabalhador;

4. Em relação a Norma Regulamentadora de equipamentos de proteção (NR 06). Como são os processos implementados aos funcionários?

- ☐ Apenas documentamos a entrega e recebimento do EPI;
- ☐ Documento de entrega e recebimento do EPI com palestras de conscientização;

- Documento de entrega e recebimento do EPI com cursos técnicos de capacitações das boas práticas relacionadas a norma regulamentador.

5. A empresa realiza processos de elaboração e implementação dos Programas de Prevenções de Riscos?

- Sim
- Não

6. O seu quadro de segurança do trabalho possui Técnico de segurança, Engenheiro de segurança, Médico do trabalho e/ou Higienista ocupacional?

Técnico de Segurança do Trabalho

- Sim
- Não

Engenheiro de Segurança do Trabalho

- Sim
- Não

Médico do trabalho

- Sim
- Não

Higienista ocupacional

- Sim
- Não

7. A empresa registrou acidentes de trabalho entre o ano de 2023 e 2024?

- Sim
- Não

Após realização das perguntas bases, e consequente aplicação do protótipo, será perguntada a questão chave, com relação a proposta de gamificação.