



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA

BOB RUFF IN BUILDING IS ON FIRE – UM JOGO DIGITAL PARA
TREINAMENTO DE COMBATE DE INCÊNDIOS EM PRÉDIOS

JOÃO PEDRO GIL BRANDÃO

Orientador

Tadeu Moreira de Classe

Roberto Rufino Júnior

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JANEIRO DE 2024

BOB RUFF IN BUILDING IS ON FIRE – UM JOGO DIGITAL PARA
TREINAMENTO DE COMBATE DE INCÊNDIOS EM PRÉDIOS

JOÃO PEDRO GIL BRANDÃO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Informática
Aplicada (EIA) da Universidade Federal
do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Aprovado por:



Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO)



Roberto Rufino Júnior (UNIRIO - Petrobras)

Henrique Prado de Sá Sousa

Henrique Prado de Sá Sousa (UNIRIO)

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JANEIRO DE 2024



Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

B817 Brandão, João Pedro Gil
Bob Ruff in building is on fire: um jogo digital para
treinamento de combate de incêndios em prédios / João
Pedro Gil Brandão. -- Rio de Janeiro, 2024.
47 f

Orientador: Tadeu Moreira de Classe.
Coorientador: Roberto Rufino Júnior.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Graduação
em Sistemas de Informação, 2024.

1. jogos sérios. 2. jogos para treinamento. 3.
incêndio. I. Classe, Tadeu Moreira de, orient. II. Rufino
Júnior, Roberto, coorient. III. Título.

RESUMO

Treinamentos são uma tarefa importante para diminuir o risco de acidentes de trabalho e consequentemente seu custo. Por isso existe uma busca para encontrar formas de treinamentos mais efetivas, uma das formas estudadas é o uso de jogos sérios com esse objetivo. Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um jogo digital para auxiliar no treinamento do uso de extintores de incêndio para controlar focos de incêndio. Também será realizada uma avaliação do jogo com gestores de treinamento para validar se o jogo consegue cumprir com esse objetivo.

Palavras-chave: jogos sérios, jogos para treinamento, incêndio.

ABSTRACT

Training is an important task to reduce the risk of workplace accidents and consequently their cost. That is why there is a search to find more effective forms of training, one of the ways studied is the use of serious games with this goal. This work aims to develop a digital game to aid in the training of the use of fire extinguishers to control fire outbreaks. An evaluation of the game will also be conducted with training managers to confirm whether the game can meet this goal.

Keywords: serious games, games for training, fire.

Índice

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. PROBLEMA.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA	10
1.3. OBJETIVO	11
1.4. QUESTÕES DE PESQUISA.....	11
1.5. METODOLOGIA.....	11
1.6. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	12
2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	13
2.1. JOGOS DIGITAIS.....	13
2.1.1. JOGOS COM PROPÓSITO.....	13
2.1.2. JOGOS PARA TREINAMENTO.....	14
2.1.3. FRAMEWORK MDA.....	15
2.2. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO.....	16
2.2.1. O MODELO DE KIRKPATRICK.....	16
2.3. SAFETY PLAY GAMDE DESIGN.....	17
3. TRABALHOS RELACIONADOS.....	19
4. DESIGN DO JOGO – “BOB RUFF: BULDING IS ON FIRE”	21
4.1. CONCEPÇÃO DO JOGO E CONTEXTO DE TREINAMENTO	21
4.2. DESIGN DO JOGO.....	21
4.2.1. ETAPA 1 DO SPGD.....	22
4.2.2. ETAPA 2 SPGD.....	22
4.2.3. ETAPA 3 SPGD.....	23
4.3. DEMONSTRAÇÃO DO JOGO	23
4.3.1. MENU.....	24
4.3.2. TUTORIAIS.....	24
4.3.3. TELA PRINCIPAL.....	26

4.3.4.	FIM DE PARTIDA	29
4.3.5.	PROGRAMAÇÃO DO JOGO.....	29
5.	AValiação DO JOGO COM GESTOR	35
5.1.	INFORMAÇÕES DEMOGRÁFICAS	35
5.2.	EXPERIÊNCIA DO JOGADOR.....	37
5.2.1.	USABILIDADE.....	37
5.2.2.	CONFIANÇA.....	38
5.2.3.	DESAFIO	38
5.2.4.	SATISFAÇÃO	39
5.2.5.	DIVERSÃO.....	39
5.2.6.	ATENÇÃO FOCADA	40
5.2.7.	RELEVÂNCIA	40
5.2.8.	PERCEPÇÃO DA APRENDIZAGEM	41
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

Índice de Figuras

Figura 1: Metodologia do trabalho	12
Figura 2: Camadas MDA.....	15
Figura 3: Níveis Kirkpatrick.....	17
Figura 4: Etapas SpGD.....	18
Figura 5: Dados da primeira etapa do SpGD.....	22
Figura 6: Relação entre o modelo de Kirkpatrick e o framework MDA.....	23
Figura 7: Menu inicial do jogo	24
Figura 8: Controles do jogo.....	25
Figura 9: Exemplo de informação sobre incêndio.....	25
Figura 10: Tela principal do jogo	26
Figura 11: Informações da partida.....	27
Figura 12: Extintor equipado.....	27
Figura 13: Extintor a ser coletado	28
Figura 14: Incêndio e seu indicador de classe	28
Figura 15: Tela de fim de partida	29
Figura 16: Instância de Extinguisher Definition.....	30
Figura 17: Instância de Fire Definition	30
Figura 18: Exemplo de configuração do Extinguisher Base	30
Figura 19: Exemplo de configuração do Fire Object	31
Figura 20: Configuração do Player Character	32
Figura 21: Exemplo de definição do Game Manager em um nível.....	33
Figura 22: Configuração do Player HUD Manager.....	33
Figura 23: Percentagem de participantes da avaliação por gênero.....	35
Figura 24: Percentagem de participantes da avaliação por faixa etária.....	36
Figura 25: Percentagem de participantes da avaliação por frequência de jogabilidade de jogos digitais.....	36
Figura 26: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de usabilidade	37
Figura 27: Percentagem de respostas dos participantes por afirmações de confiança ...	38
Figura 28: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de desafio.....	38

Figura 29: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de satisfação.....	39
Figura 30: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de diversão.....	39
Figura 31: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de atenção focada.....	40
Figura 32: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de relevância.....	40
Figura 33: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de percepção de aprendizagem.....	41

1. INTRODUÇÃO

De acordo com os números divulgados pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), quase 2 milhões de pessoas morreram em 2016 por causas relacionadas ao trabalho. Dessas, 19% foram causadas por lesões ocupacionais (OIT, 2021). Somente no Brasil, entre os anos de 2012 e 2021, foram registrados 6,2 milhões de comunicações de acidentes de trabalho com quase 23 mil mortes. Esses números não somente geram impacto para a vida das pessoas afetadas como também para a economia, com aproximadamente 4% do PIB global sendo perdido por conta desses acidentes o que é, aproximadamente, 350 bilhões de reais em relação ao PIB brasileiro de 2021 (ONU NEWS, 2022).

Dentro desse cenário de acidentes de trabalho, existe a busca por soluções que possam reduzir tais impactos. Nesse contexto, destaca-se a importância do treinamento de segurança no trabalho como uma ferramenta capaz de melhorar a percepção de risco dos trabalhadores envolvidos em atividades laborais. O treinamento não é apenas uma resposta proativa à segurança no ambiente de trabalho, mas também representa uma estratégia para promover mudanças de atitude, disseminar conhecimento e instilar práticas seguras. Diante das limitações nos modelos existentes de treinamentos de segurança, busca-se inovar e propor abordagens que não apenas reduzam os riscos, mas também acrescentem em engajamento. Essa abordagem, centrada no desenvolvimento de treinamentos mais dinâmicos e envolventes, visa não apenas cumprir normativas, mas preservar vidas e promover um ambiente de trabalho seguro e saudável.

O treinamento envolve transmissão de informações, de atitudes e conceitos que geram novos hábitos no ambiente de trabalho, o que leva a uma maior segurança dos colaboradores (Volpe; Lorusso, 2009). Pesquisas são feitas na área de treinamento para tentar criar alternativas mais efetivas, porém os métodos atualmente utilizados não oferecem formas de experienciar situações de risco sem colocar a vida dos participantes

em risco e evidências mostram que os participantes nem sempre estão engajados com os treinamentos, o que pode afetar a sua efetividade (Brown; Poulton, 2019; Golovina *et al.*, 2019; Greuter *et al.*, 2012).

1.1. PROBLEMA

No cenário contemporâneo, a indústria está em busca de soluções para tornar os treinamentos de segurança no trabalho mais motivadores e eficazes na redução de acidentes. Conforme destacado por Greuter *et al.* (2012) os jogos digitais são reconhecidos como ferramentas capazes de promover o engajamento, a motivação e a aprendizagem. No entanto, a criação desses jogos, de modo a aderir aos conceitos essenciais de segurança que precisam ser transmitidos, é uma tarefa desafiadora (Wolf *et al.*, 2022).

Nesse contexto, um estudo conduzido por Rufino Júnior *et al.* (2024) apresentam um método que visa auxiliar *game designers* e gestores industriais na concepção de jogos de treinamento de segurança. Assim, este estudo propõe investigar a viabilidade de desenvolver um jogo para treinamento na indústria, seguindo uma metodologia previamente estabelecida, de forma a alinhar-se às expectativas de gestores e treinadores do setor industrial. Essa pesquisa busca não apenas explorar a eficácia desse método específico, mas também contribuir para o desenvolvimento de abordagens mais eficientes e alinhadas com as necessidades do ambiente industrial em termos de treinamento em segurança.

1.2. JUSTIFICATIVA

Jogos sérios com o seu potencial de dar suporte ao aprendizado através de maior grau de engajamento dos participantes surgem como uma alternativa aos treinamentos tradicionais que vem sendo cada vez mais utilizados com um potencial de resultados mais efetivos (Brown; Poulton, 2019; Classe *et al.*, 2019; Golovina *et al.*, 2019).

Dessa forma o desenvolvimento de um jogo com o objetivo de auxiliar o treinamento possui o potencial de reduzir o número de ferimentos e mortes causados por acidentes de trabalho, podendo poupar vidas e recursos (Golovina *et al.*, 2019; Greuter *et al.*, 2012).

A criação de uma metodologia para auxiliar no desenvolvimento e validação desses jogos também é relevante para a área de jogos pois irá facilitar a criação de jogos sérios diversos enquanto permite realizar a validação dos mesmos durante seu processo de desenvolvimento para garantir que atendem os requisitos de seus respectivos treinamentos.

1.3. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um jogo sério para auxiliar no treinamento da contenção de focos de incêndio em um prédio. Esse jogo será desenvolvido utilizando o método Safetyplay Game Design (SpGD). Utilizando esse método será feita tanto a conceituação do jogo para atender o treinamento desejado quanto a implementação de um protótipo que atenda as definições para ser validado por gestores do processo e treinadores.

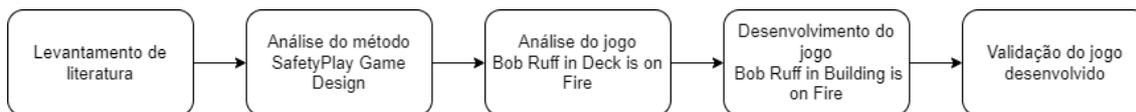
1.4. QUESTÕES DE PESQUISA

Este estudo direciona seu foco central para a investigação da viabilidade de construir um jogo de treinamento utilizando o método Safety Play Game Design (SpGD). A questão que norteia esta pesquisa é: **é possível desenvolver um jogo de treinamento que, aos olhos dos treinadores, apresente de forma precisa o conteúdo do treinamento definido?** Essa questão aborda a capacidade do método SpGD em orientar a criação de jogos alinhados aos requisitos de treinamento.

1.5. METODOLOGIA

O desenvolvimento desse trabalho se dividiu em cinco partes ilustradas na FIGURA 1. Primeiro foi realizado o levantamento da literatura para a identificação e compreensão de conceitos fundamentais como jogos, jogos sérios, jogos para treinamento e o modelo de Kirkpatrick.

Após a identificação desses conceitos foi realizada a análise do método SpGD e cada uma de suas etapas podem auxiliar o desenvolvimento e a validação de um jogo que será utilizado para auxiliar um treinamento específico.

Figura 1: Metodologia do trabalho

Fonte: Própria

Na terceira parte foi realizada a análise do jogo Bob Ruff: Deck on Fire, um jogo desenvolvido utilizando o método citado, que serviria de base para a definição do treinamento proposto. Com essa análise realizada foram identificados os principais pontos de melhoria para uma nova versão do jogo.

Com o treinamento identificado e mecânicas definidas na quarta parte foi realizado o processo de desenvolvimento do jogo, contando com o feedback do gestor de treinamento para garantir que o jogo estava cumprindo seu objetivo de treinamento.

Após o desenvolvimento do jogo ser finalizado, ele foi enviado para o gestor de treinamento para que possa ser realizada a validação dele, garantindo que ele possa cumprir com seu papel educacional de treinamento.

1.6. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está organizado em capítulos e além dessa introdução, possui a seguinte estrutura:

- Capítulo 2: Fundamentação teórica, descrevendo os conceitos de jogos digitais, jogos com propósito, jogos para treinamento, framework MDA, análise e avaliação de treinamento, modelo Kirkpatrick e metodologia SpGD.
- Capítulo 3: Este capítulo traz alguns exemplos de trabalhos similares e como eles abordaram sua proposta.
- Capítulo 4: Este capítulo apresenta o processo de desenvolvimento do jogo, desde sua concepção, utilização do método SpGD e implementação.
- Capítulo 5: Este capítulo descreve o processo de avaliação do jogo com o gestor de treinamentos.
- Capítulo 6: Este capítulo apresenta uma conclusão do trabalho e algumas considerações finais.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1. JOGOS DIGITAIS

Autores podem utilizar características diferentes para definir o que é um jogo. Após estudar definições de diversos autores da área, Miranda e Stadzisz (2017), definem um jogo como uma “atividade composta por regras bem definidas e objetivos claros, capazes de envolver os(as) jogadores(as) na resolução de conflitos e que possui resultado variável e mensurável.”

De acordo com Schuytema (2008), um jogo eletrônico é uma atividade lúdica formada por ações e decisões, que limitadas por regras e por um universo controlados por um programa digital, resultam em uma condição final. O universo contextualizando as ações do jogador e as regras uma estrutura para elas, limitando o jogador e gerando situações interessantes.

Partindo dessas definições de jogos e jogos digitais, o principal fator para definir um jogo como digital é o meio em que ele pode ser experienciado, sendo controlado e limitado por um programa digital. Essa limitação faz com que as regras do jogo sejam mais rígidas uma vez que os jogadores não poderão negociá-las com um programa de computador que esteja as aplicando.

2.1.1. JOGOS COM PROPÓSITO

Jogos com propósito ou jogos sérios são aqueles que, diferente de jogos tradicionais, são produtivos e não possuem entretenimento como seu principal objetivo, mesmo que esse aspecto ainda seja relevante para gerar interesse nos jogadores. Eles utilizam o meio artístico para transmitir mensagens, ensinar lições e fornecer experiências para seus jogadores (Xexéo *et al.*, 2017).

Esses jogos são utilizados para resolver uma ampla gama de desafios sociais relacionados a política, negócios, medicina, assuntos militares e educação inclusiva incentivando o aprendizado permitindo experiências a baixo custo e risco que poderiam possuir custo e risco elevados quando feito de outras formas (Monclar *et al.*, 2018).

Com seu potencial a fornecer uma experiência de aprendizado inovadora e sua capacidade de cativar e engajar seus jogadores em propósitos específicos, como por exemplo, adquirir novos conhecimentos e habilidades, eles vêm ganhando espaço em salas de aula e ambientes educacionais (Colafemina, 2022; Xexéo *et al.*, 2017).

Jogos desse gênero podem ser divididos em subclasses de acordo com seus objetivos principais, mídias utilizadas, tecnologias aplicadas, gênero, área, impacto esperados, valores transmitidos, resultados de habilidades ou pelo tipo de mudança comportamental. Algumas dessas classificações utilizadas sendo *edutainment* (jogos projetados com objetivo educacionais e de entretenimento), *game-based learning* (jogos com objetivos de aprendizagem, projetados de forma a equilibrar o componente lúdico e didático) e *training and simulation games* (Jogos de simulação que tentam abordar as atividades da vida real com o maior grau de exatidão possível) (Xexéo *et al.*, 2017).

2.1.2. JOGOS PARA TREINAMENTO

Uma forma de utilizar jogos com propósito é com o objetivo de treinamento de pessoas, a capacidade de gerar engajamento dos jogos gera ambientes de aprendizagem mais interessantes e seguros permitindo que os participantes cometam erros sem sofrerem as consequências (Golovina *et al.*, 2019).

Dividindo as tarefas em partes menores e possibilitando os jogadores testarem diferentes caminhos para o resultado, é criado um ambiente que permite o aprendizado experimental que está ligado a melhores resultados de aprendizagem (Greuter *et al.*, 2012).

A capacidade de engajamento fornecida por jogos pode ser utilizada para gerar um treinamento ativo, que poderá se manifestar na forma de um aprendizado profundo com o desenvolvimento de um conhecimento real e duradouro do assunto apresentado (Greuter *et al.*, 2012; Xexéo *et al.*, 2017).

Outra vantagem fornecida por treinamentos através de jogos é a capacidade de fornecer *feedback* imediato e constante para os jogadores permitindo que eles aprendam e se adaptem conforme progridem. O meio digital também facilita o armazenamento de todas as ações relevantes feitas pelos usuários, possibilitando uma análise do

comportamento individual e de um grupo de pessoas, permitindo investigar falhas no próprio treinamento (Chittaro; Ranon, 2009; Gee, 2005).

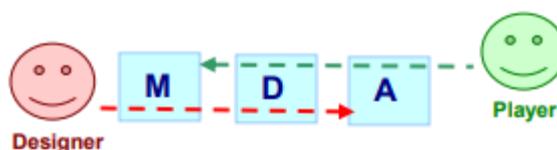
2.1.3. FRAMEWORK MDA

Entre diversas ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar o processo de desenvolvimento de jogos, o framework MDA, sigla para *Mechanics, Dynamics and Aesthetics*, que mesmo com algumas fraquezas se tornou uma das abordagens de game design mais aceitas, principalmente no meio acadêmico (Walk *et al.*, 2017).

Esse framework formaliza a análise do consumo de jogos, que diferente de outras formas de entretenimento, é imprevisível uma vez que os eventos que acontecerão durante o jogo e seus resultados nem sempre são conhecidos quando o jogo é finalizado (Hunicke *et al.*, 2004).

Decompondo o consumo dos jogos nos componentes distintos de regras, sistema e diversão, são estabelecidas contrapartes de design deles, sendo elas mecânicas, dinâmicas e estética (FIGURA 2). Essas definições dão suporte ao design do jogo para tentar prever como ele será consumido pelo usuário final, identificando quais elementos serão necessários para alcançar as respostas emocionais desejadas nos jogadores (Hunicke *et al.*, 2004).

Figura 2: Camadas MDA



Fonte: Hunicke *et al.*, 2004

As **mecânicas** são a base do jogo no nível de algoritmos, contém todas as possíveis interações entre o jogador e o jogo, por exemplo armas e munição em um jogo de tiro ou embaralhar e apostar em um jogo de cartas. As **dinâmicas** são o comportamento das mecânicas agindo sobre a entrada do jogador e o resultado de outras mecânicas ao longo da execução do jogo, utilizando novamente o exemplo do jogo de cartas a dinâmica de blefe pode surgir a partir da mecânica de aposta entre jogadores. Por último a **estética** descreve as respostas emocionais desejadas que podem ser geradas quando o jogador interage com os sistemas do jogo.

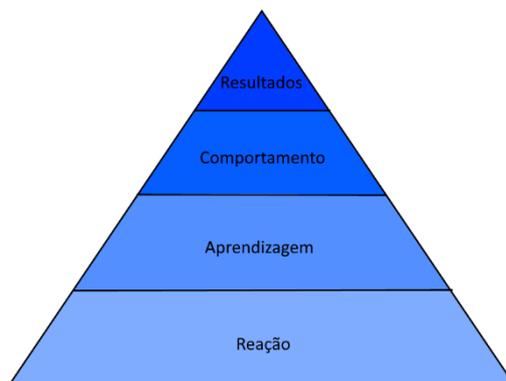
Da perspectiva do designer do jogo, as mecânicas geram as dinâmicas do sistema que, por sua vez, levam a experiências estéticas específicas. Enquanto isso da perspectiva do jogador, a estética estabelece o tom que nasce de dinâmicas observáveis e, eventualmente, mecânicas operáveis (Hunicke *et al.*, 2004).

2.2. ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO

A avaliação de treinamento é um processo que mede a eficiência e o impacto das atividades de treinamento no desenvolvimento de competências e desempenho dos indivíduos (Lacerda; Abbad, 2003). Foram propostos diversos métodos para realizar a avaliação de treinamento, cada um com focos específicos. Entre eles temos um método reconhecido proposto por Baldwin e Ford (1988) enfatizando a avaliação baseada em resultados, identificando e mensurando mudanças no comportamento dos indivíduos após os treinamentos. Também temos o método desenvolvido por Kraiger *et al.* (1993) que foca na avaliação das reações, aprendizagem, transferência e resultados do treinamento. Porém um dos métodos mais conhecidos e utilizados é o modelo de avaliação de Kirkpatrick por abranger diferentes níveis de avaliação e permitir uma análise completa dos efeitos do treinamento em múltiplas dimensões (Agarwal *et al.*, 2014).

2.2.1. O MODELO DE KIRKPATRICK

O modelo de avaliação de Kirkpatrick (Kirkpatrick; Kirkpatrick, 2016) é utilizado para realizar a avaliação de treinamentos em quatro níveis de reação (FIGURA 3), aprendizagem, comportamento e resultados. A primeira versão desse modelo foi apresentada em 1959 em um artigo publicado por Donald Kirkpatrick.

Figura 3: Níveis Kirkpatrick

Fonte: Própria

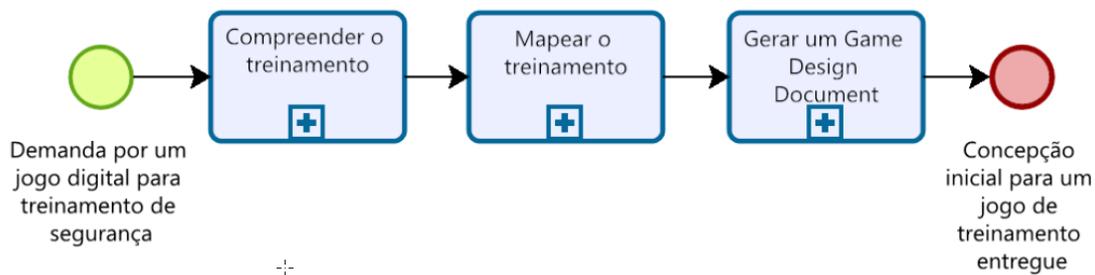
O nível de reação avalia a satisfação e percepção dos participantes ao treinamento, recolhendo informações para que esse treinamento possa ser melhorado. O nível de aprendizagem mede o quanto os participantes adquiriram o conhecimento desejado pelo treinamento. Para essa etapa é necessário definir previamente quais são os objetivos do treinamento. O nível de comportamento verifica se os participantes começaram a aplicar os conhecimentos adquiridos no seu trabalho. E o nível de resultados analisa se a aplicação do novo conhecimento gerou resultados positivos para a organização. Um desafio dessa etapa é garantir que os resultados analisados foram gerados pelo treinamento.

2.3. SAFETY PLAY GAME DESIGN

As etapas de desenvolvimento desse trabalho se baseiam no método SpGD. Esse é um método criado por Rufino Júnior, Classe e Lima (2024) para orientar a criação de jogos com propósito em treinamento de segurança, facilitando a tradução dos elementos do treinamento em elementos do jogo.

Esse objetivo é alcançado realizando a integração da equipe de game design junto aos gestores do processo e treinadores, assim utilizando o conhecimento de especialistas de cada área para realizar a identificação do treinamento e traduzi-la em elementos de jogo, ao longo de três etapas (FIGURA 4), é criado um *game design document* (GDD) que será utilizado pelos desenvolvedores como guia para a criação do jogo. Essas etapas são divididas da seguinte forma:

Figura 4: Etapas SpGD



Fonte: Rufino Júnior et al., 2024

A primeira etapa é **compreender o treinamento**, em que o game design junto aos gestores do processo e treinadores analisam como o treinamento é realizado atualmente para que ele possa ser refletido na *gameplay*. Com a análise dos materiais de treinamento disponíveis são identificados temas e elementos que devem ser abordados pelo jogo.

Com o treinamento analisado e suas informações definidas é realizada a segunda etapa do **mapeamento do treinamento para elementos de jogos**, nessa etapa também conduzida pelo game design, gestores e treinadores é feita a tradução das informações do treinamento para elementos de jogo. Esse processo é realizado desenvolvendo uma lista de associação para conectar as características de treinamento identificadas na etapa anterior a elementos de jogo utilizando algum *framework* de *game design*.

Na terceira etapa é **gerado o GDD**, utilizando a lista de associação é gerado um documento com todos os aspectos do jogo. Esse documento tem como objetivo ser uma visão inicial de como o jogo deve ser feito, detalhando da narrativa até o design de níveis. Com este documento os desenvolvedores possuem as instruções necessárias para realizar a criação de um jogo projetado para envolver os participantes e garantir o aprendizado dos princípios de segurança do treinamento escolhido.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Um jogo desenvolvido por Hafsia, Monacelli e Martin (2018) feito para treinar trabalhadores de construção na forma correta de estabilizar um painel de cofragem. Esses painéis são utilizados no setor de construção como um molde para colocar o concreto na forma de paredes. Foi escolhido o processo de estabilização dos painéis por ser uma ferramenta complexa usada diariamente em construções cujo uso incorreto pode gerar danos e complicações.

Com a tarefa a ser treinada escolhida os autores investigaram o processo de estabilização para poder definir as ações necessárias em seu uso, e os possíveis riscos apresentados quando executadas de forma incorreta. Foi utilizada realidade virtual para fazer a imersão dos treinados no processo e permitir a visualização e uma simulação do uso da ferramenta utilizada no processo sem expor os participantes ao risco de sua utilização.

O treinamento foi testado por especialistas de construção com uma resposta majoritariamente positiva, destacando que a realidade virtual é uma ferramenta interessante, os guias visuais ajudam no treinamento. As desvantagens apresentadas foram a falta de resposta táteis e de força, uma vez que lidar com objetos pesados faz parte do dia a dia no trabalho.

Um jogo para lidar com perigos comuns encontrados em um canteiro de obras foi feito por Greuter *et al.* (2012). O jogo tem como objetivo identificar os riscos e lidar com eles através de medidas de controle do *National Occupational Health & Safety* (OH&S).

O treinamento do jogo é baseado em elementos e critérios de performance de um guia de segurança do governo australiano incluindo identificação e medidas de controles de riscos, identificar processos de comunicação e relatórios de OHS e identificar

procedimentos de resposta a incidentes de OHS. Elementos de treinamentos que não eram adequados a um jogo foram descartados.

No momento da publicação do artigo sobre o desenvolvimento do jogo ele ainda estava em processo final de desenvolvimento e não foi realizado os testes com usuários.

Golovina *et al.* (2019) desenvolve um jogo para ajudar na identificação de erros causados por falhas no julgamento, feitas propositalmente ou não, para que possam ser eliminadas através de um treinamento posterior.

Os jogadores são colocados em um ambiente em realidade virtual onde devem transportar cinco sacos de reciclagem para um recipiente próximo, enquanto o jogo armazena todos os momentos em que o jogador passar por lugares arriscados e colidir com os perigos no local.

Utilizando do jogo, é possível identificar as falhas de conhecimento das pessoas sem expô-las a riscos reais e suas consequências, gerando no final dados que serão utilizados para identificar os treinamentos de segurança necessários.

É possível observar que todos esses jogos mencionados partiram de treinamento e instruções já existentes para definir suas mecânicas e elementos de jogo, porém nenhum deles utiliza uma metodologia para auxiliar a tradução dos treinamentos em jogos. Seu desenvolvimento também não se preocupa com a capacidade de avaliá-los como treinamentos, o que permitiria aos gestores medir a eficiência de seu uso no processo de treinamento de pessoas.

4. DESIGN DO JOGO – “BOB RUFF: BULDING IS ON FIRE”

4.1. CONCEPÇÃO DO JOGO E CONTEXTO DE TREINAMENTO

Jogo baseado no *deck in fire*, que tem como objetivo explicar o uso dos extintores de incêndio de acordo com o tipo de incêndio. Essa releitura tinha como objetivo tentar tornar o jogo mais interessante para os jogadores.

A fase de concepção começou com uma análise dos elementos de treinamento existentes no jogo original, sendo identificados os principais pontos que precisam ser ensinados para garantir o aprendizado sobre o uso de extintores. As informações encontradas puderam ser utilizadas para aplicação do método.

O principal conhecimento que o treinamento deve ensinar ao jogador são os diferentes tipos de incêndio e quando usar cada tipo de extintor. O uso de jogos permite expor os jogadores aos diferentes tipos de incêndio sem colocá-los em uma situação de risco possibilitando uma abordagem mais lúdica do ensino.

Se diferenciando do jogo original, foi utilizado um ambiente 3D para passar uma sensação de familiaridade para o jogador e permitir que o tipo de incêndio de cada objeto possa ser identificado sem o auxílio do jogo.

4.2. DESIGN DO JOGO

Foi utilizado o motor de jogo Unity na versão 2022.3, esse é um editor de jogos 2D e 3D utilizando a linguagem de programação C#. Isso foi escolhido pela familiaridade do autor com a ferramenta que trabalha com a ferramenta há dois anos, a existência de vários *plugins* e *assets* que podem facilitar o desenvolvimento e a capacidade de exportar o projeto para diversas plataformas diferentes.

4.2.1. ETAPA 1 DO SPGD

Durante essa etapa foi realizado o estudo do treinamento proposto, utilizando os níveis no modelo de avaliação de Kirkpatrick, assim criando uma tabela (FIGURA 5) que possa ser utilizada para gerar os elementos de jogo necessários para esse treinamento.

Figura 5: Dados da primeira etapa do SpGD

Dados obtidos na demonstração da primeira etapa.

Dimensão	Pergunta	Resposta
4 – Resultados	Quais os resultados tangíveis e mensuráveis do treinamento de segurança?	<i>É possível medir o treinamento de segurança a partir da taxa de incêndios identificados e incêndios extintos.</i>
	Há algum índice que a instituição ou empresa utiliza que estejam diretamente ligados ao treinamento?	<i>Sim. Taxa de Incêndios Concluídos"</i>
3 – Comportamento	Quais situações (hipotéticas ou reais) em que o treinado pode ter a oportunidade de aplicar os conhecimentos aprendidos no treinamento?	<i>Os treinados podem colocar em prática seus conhecimentos em simulações de combate a incêndio. São realizadas, aleatoriamente, diversas situações de incêndio, de origens e em matérias diferentes, sendo esperado que o treinado consiga extingui-la de forma correta.</i>
	Qual o comportamento desejado para os treinados nesta situação?	<i>Espera-se que o treinado se comporte de forma calma Refleta sobre a situação em que se encontra Consiga tomar a melhor decisão possível para resolver a situação</i>
		<i>Quais são os tipos de extintores de incêndio.</i>
2 – Aprendizado	Quais os principais conceitos e informações de segurança que os participantes devem aprender?	<i>Em que tipo de incêndio cada extintor deve ser usado</i>
	Como eles são avaliados durante o treinamento convencional?	<i>Ao final da seção de treinamento, é feita uma prova para verificar se o treinado aprendeu as informações que foram transmitidas. É analisado se o treinado, ao ser apresentado a uma situação de incêndio, consegue identificar qual a tipo correto de extintor a ser usado.</i>
1 – Reação	Como se deseja que os participantes reajam ao treinamento?	<i>Deseja-se que os participantes estejam atentos ao tipo de incêndio, o que leva a necessidade de entender qual o tipo de extintor a ser usado.</i>
		<i>Espera-se que o treinado se interesse pelo treinamento, ficando imerso nele, reagindo ao incêndio em tempo hábil.</i>
		<i>Deseja-se que ele se sinta motivado a combater corretamente o incêndio e satisfeito ao verificar o resultado de suas ações durante o treinamento.</i>

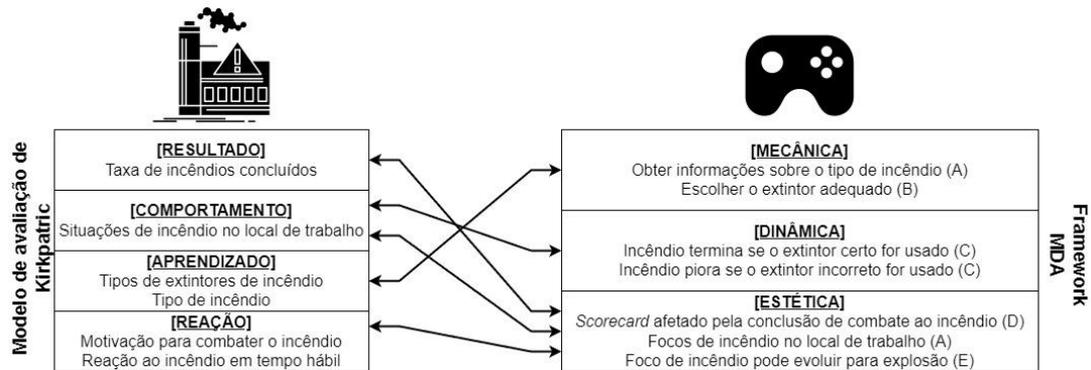
Fonte: Rufino Júnior et al., 2024

4.2.2. ETAPA 2 SPGD

Na segunda etapa as informações do treinamento foram relacionadas aos elementos do *framework* MDA como demonstrado na FIGURA 6. O nível de reação, em que as pessoas devem estar motivadas e sejam capazes de reagir a situações de incêndio, está relacionado a estética do jogo com os focos de incêndio que podem se tornar explosões.

O nível de aprendizado, que se preocupa com os diferentes tipos de extintores e incêndios, está relacionado com as mecânicas do jogo onde o treinado deve ser capaz de identificar os diferentes tipos de incêndio que estão acontecendo e escolher o extintor adequado para cada um desses tipos.

Figura 6: Relação entre o modelo de Kirkpatrick e o framework MDA



Fonte: Rufino Júnior *et al.*, 2024

O nível de comportamento, que se preocupa com os comportamentos que os trabalhadores devem apresentar em relação a situações de incêndio no local de trabalho, foi relacionado a duas camadas diferentes. Primeiro a dinâmica em que o incêndio pode terminar ou piorar de acordo com a escolha de extintor e a estética em que os focos de incêndio são baseados no ambiente de trabalho.

Por último o nível de resultado, que utiliza uma métrica da empresa de taxa de incêndios concluídos, é relacionado com a camada de estética com um *score card* do jogo.

4.2.3. ETAPA 3 SPGD

Com a correlação feita foi realizado um brainstorm para realizar a criação do GDD, definindo ideias de *level design*, *storytelling* e como as mecânicas, dinâmicas e estéticas já estabelecidas previamente devem ser implementadas no jogo.

4.3. DEMONSTRAÇÃO DO JOGO

Neste capítulo serão apresentadas as telas do jogo, com explicações de funcionalidades de cada uma.

4.3.1. MENU

Ao iniciar o jogo, será exibido o menu principal para o jogador, ilustrado na FIGURA 7, nesta tela será possível iniciar o jogo ou verificar os diferentes tutoriais que também estarão disponíveis ao longo da partida (demonstrados nas FIGURAS 8 e 9).

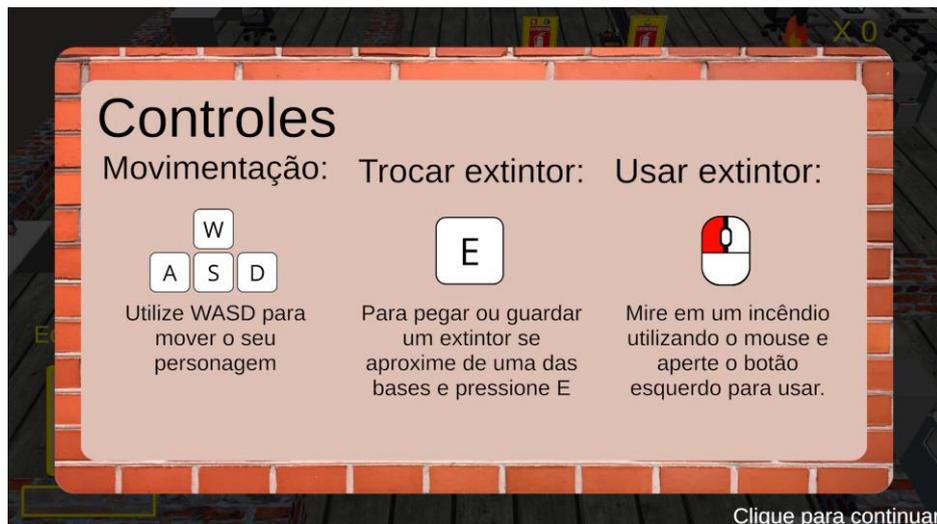
Figura 7: Menu inicial do jogo



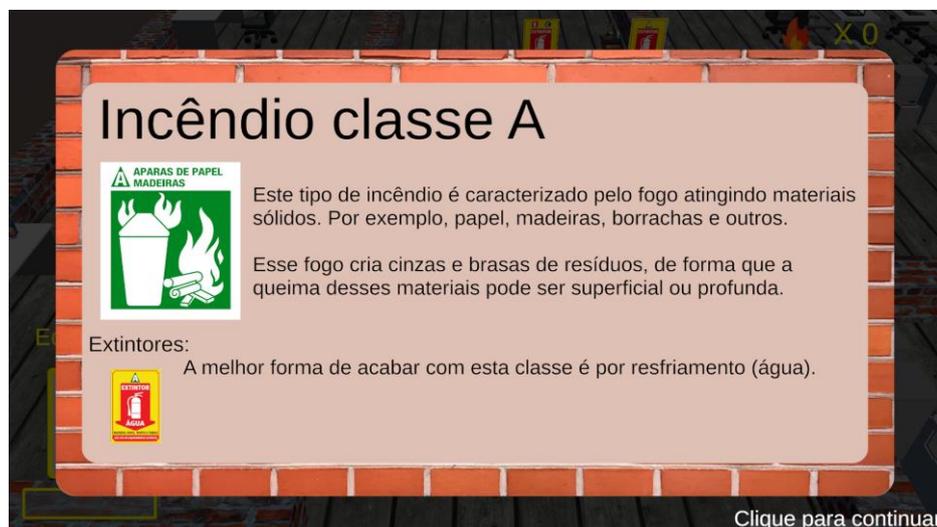
Fonte: Própria

4.3.2. TUTORIAIS

Ao iniciar o jogo será exibida uma tela explicando os controles do jogo para o jogador, ilustrado na FIGURA 8, para avançar pelas telas de tutorial o jogador deverá clicar em qualquer lugar da tela como explicado pela mensagem no canto inferior direito.

Figura 8: Controles do jogo**Fonte: Própria**

Após a tela de controles, e no início de cada fase que introduza uma nova classe de incêndio (FIGURA 9), será exibido a explicação da classe de incêndio, exibindo a imagem utilizada para representar essa classe, uma descrição do tipo de incêndio com exemplos de combustíveis dessa classe e quais tipos de extintores podem ser utilizados.

Figura 9: Exemplo de informação sobre incêndio**Fonte: Própria**

4.3.3. TELA PRINCIPAL

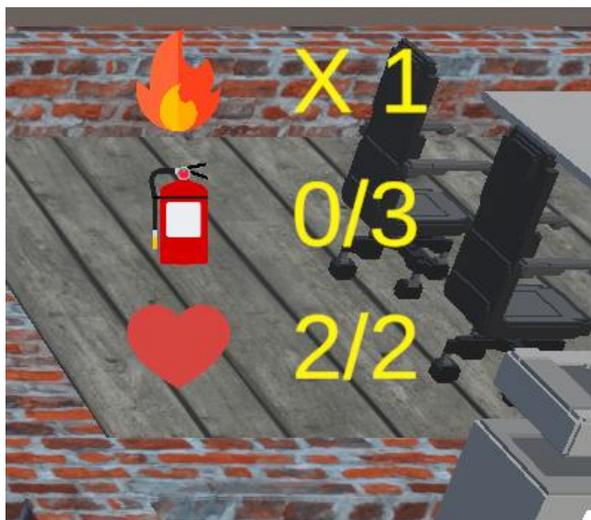
A tela principal do jogo, onde o jogador pode interagir com as mecânicas é ilustrada na FIGURA 10. O personagem controlado pelo jogador é fixo no centro da tela e o ângulo da câmera não poder ser controlado.

Figura 10: Tela principal do jogo



Fonte: Própria

No canto superior direito da tela, como mostrado na FIGURA 11, são exibidas as informações atuais da partida, sendo elas respectivamente quantos incêndios estão acontecendo no momento, quantos incêndios foram apagados e o objetivo da fase atual e quantos erros o jogador pode cometer (não apagando o incêndio a tempo ou utilizando o extintor errado) antes de perder o jogo

Figura 11: Informações da partida

Fonte: Própria

No canto inferior esquerdo (FIGURA 12) é exibido o extintor sendo utilizado atualmente pelo jogador, com o ícone que representa o tipo do extintor e uma barra indicando quantos usos esse extintor ainda possui.

Figura 12: Extintor equipado

Fonte: Própria

Ao longo da fase o jogador encontrará extintores espalhados (FIGURA 13), com uma imagem indicando o tipo de extintor, esses extintores podem ser pegos ao se aproximar com o personagem e apertar a tecla E, somente um extintor pode ser carregado por vez e caso o jogador já esteja carregando algum ele trocará de lugar com o extintor na base.

Figura 13: Extintor a ser coletado

Fonte: Própria

Incêndios começarão a acontecer aleatoriamente pela fase, possuindo um indicador sonoro de sua direção (FIGURA 14). Para apagar o incêndio o jogador deve primeiro identificar seu tipo e encontrar o extintor correto. Caso o jogador mire no incêndio com um extintor será exibido um indicador do tipo de incêndio como forma de auxiliar o aprendizado.

Figura 14: Incêndio e seu indicador de classe

Fonte: Própria

4.3.4. FIM DE PARTIDA

Após alcançar o objetivo de incêndios apagados da fase ou cometer o número máximo de erros será apresentada uma tela de fim de partida (FIGURA 15), exibindo informações das ações do jogador.

Figura 15: Tela de fim de partida

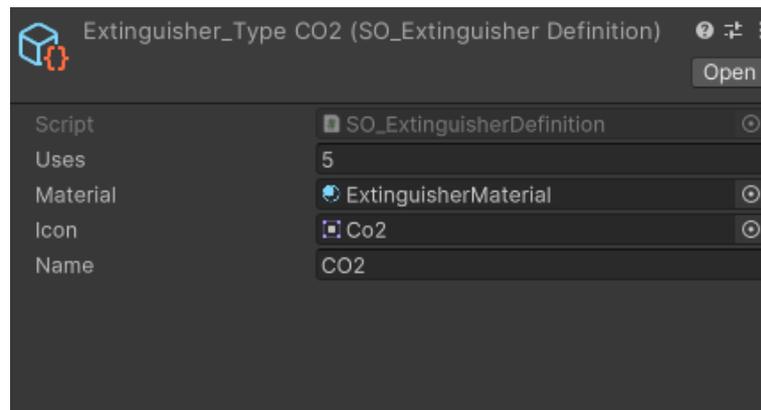


Fonte: Própria

4.3.5. PROGRAMAÇÃO DO JOGO

Foram criadas duas implementações de *ScriptableObject* que contém a definição de dois elementos principais do jogo: o incêndio (FIGURA 17) e o extintor (FIGURA 16). Um *ScriptableObject* é um objeto que permite armazenar dados independente de instâncias de objetos, assim tendo suas informações compartilhadas por todos que possuem sua referência.

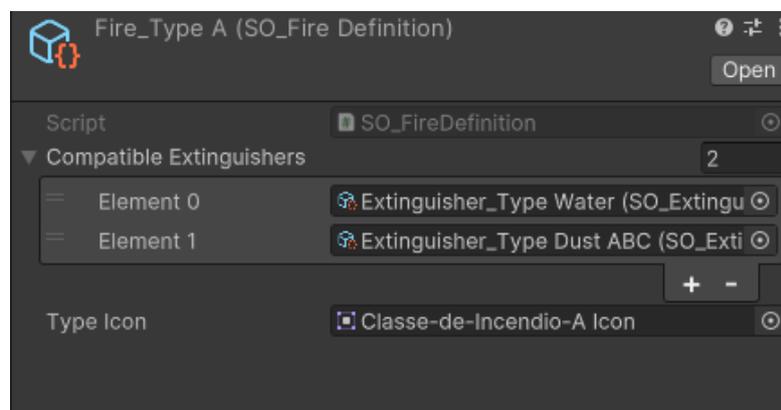
Figura 16: Instância de Extinguisher Definition



Fonte: Própria

A definição de um extintor possui as configurações necessárias para que ele possa ser utilizado em jogo, podendo controlar o número de usos do extintor, o material que será aplicado no modelo do extintor, o ícone que será exibido quando o extintor estiver equipado ou na base e seu nome para uma possível exibição.

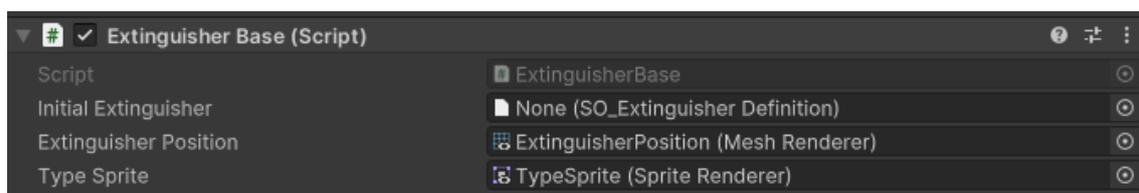
Figura 17: Instância de Fire Definition



Fonte: Própria

A definição de um incêndio possui a lista de extintores que tem a capacidade de apagar esse incêndio e o ícone a ser exibido para esse tipo de incêndio.

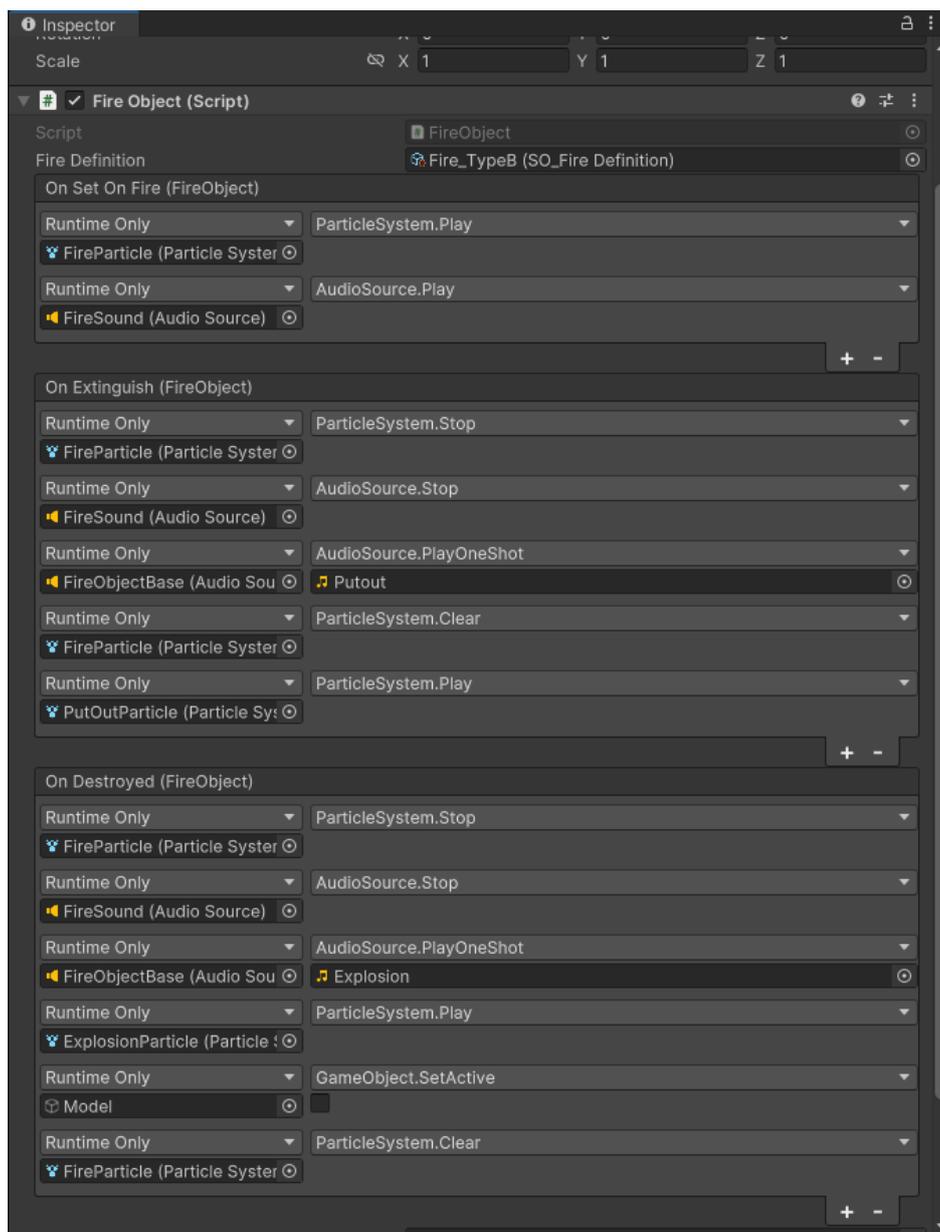
Figura 18: Exemplo de configuração do Extinguisher Base



Fonte: Própria

Os extintores são objetos que possuem o componente *Extinguisher Base* (FIGURA 18) eles possuem uma referência a um possível extintor inicial, caso essa base comece a partida com algum, o modelo do extintor e o objeto responsável por realizar a exibição do ícone do tipo do extintor, essas referências são utilizadas para controlar a exibição desses elementos dependendo do estado do extintor na base.

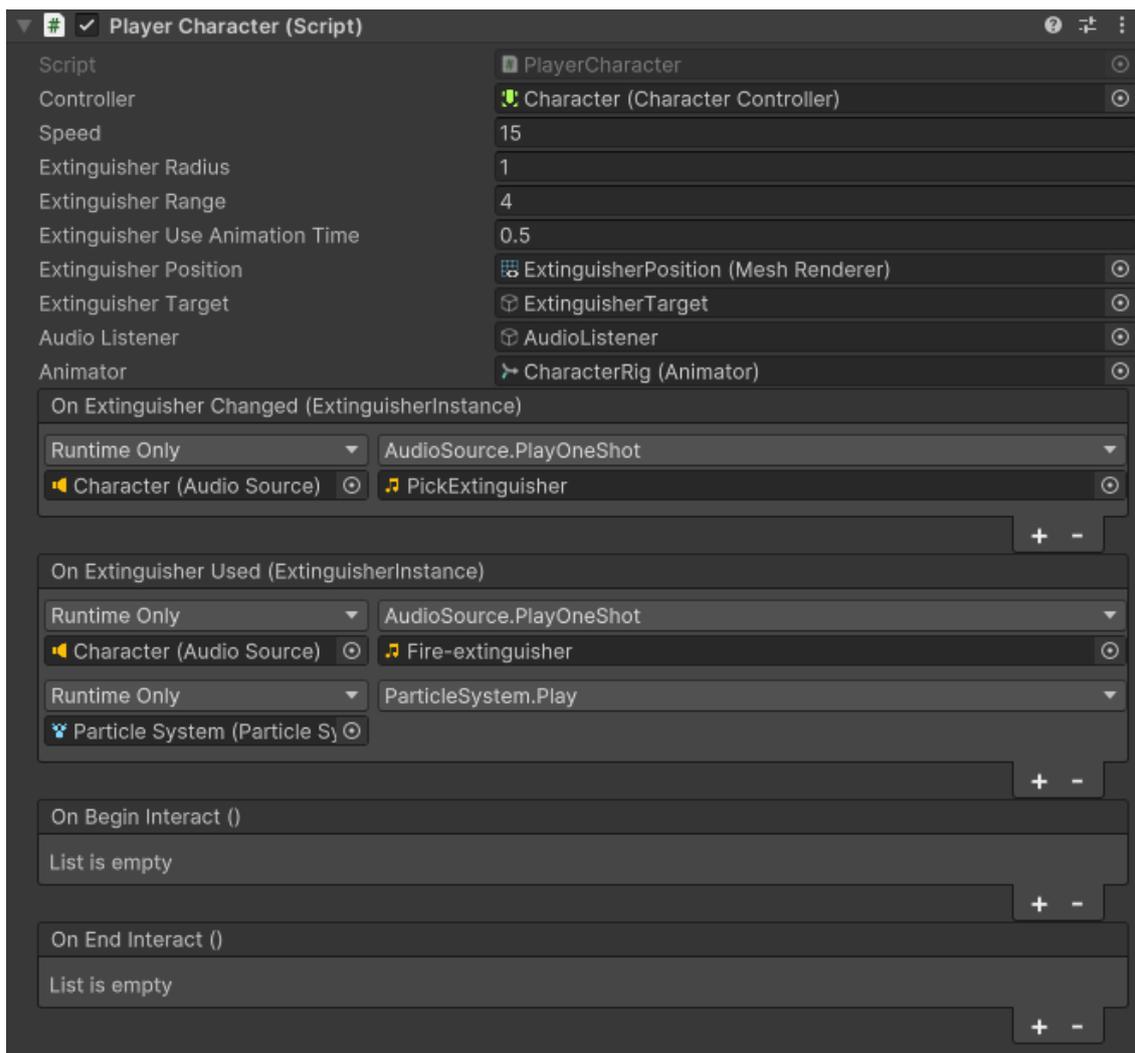
Figura 19: Exemplo de configuração do Fire Object



Fonte: Própria

Os objetos que pegam fogo ao longo da partida possuem o componente *Fire Object* (FIGURA 19) essa classe possui uma referência ao tipo de incêndio que esse objeto representa e expõe eventos para as possíveis condições do objeto quando ele começa a pegar fogo, quando o fogo é apagado ou quando o objeto é destruído. Esses eventos são responsáveis por ativar os efeitos visuais e sonoros de cada um dos estados.

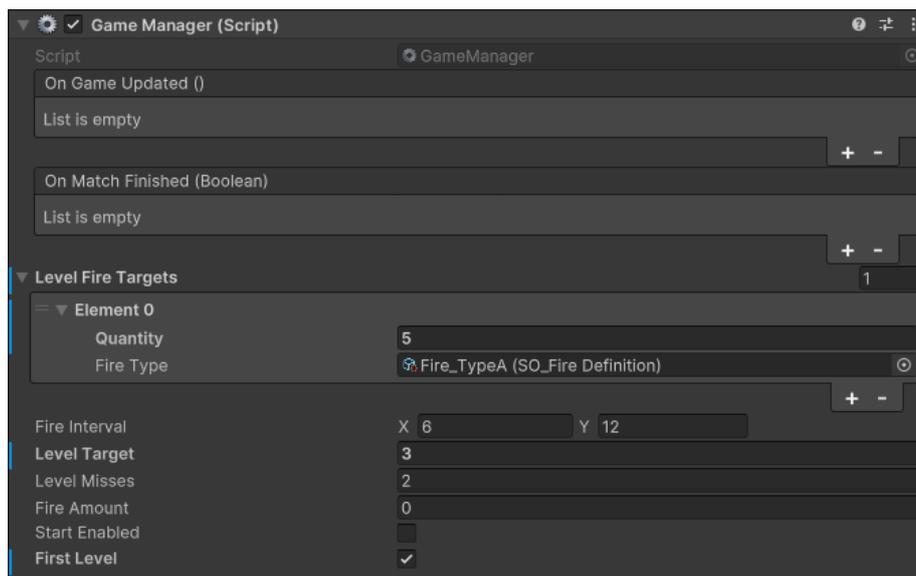
Figura 20: Configuração do Player Character



Fonte: Própria

O personagem controlado pelo jogador possui o componente *Player Character* (FIGURA 20) ele é responsável por processar os comandos do jogador. Ele que irá identificar extintores próximos para que o jogador possa equipar, manter qual extintor está equipado atualmente e chamar as funções de interação com os *Fire Objects* quando o jogador mirar e utilizar o extintor neles.

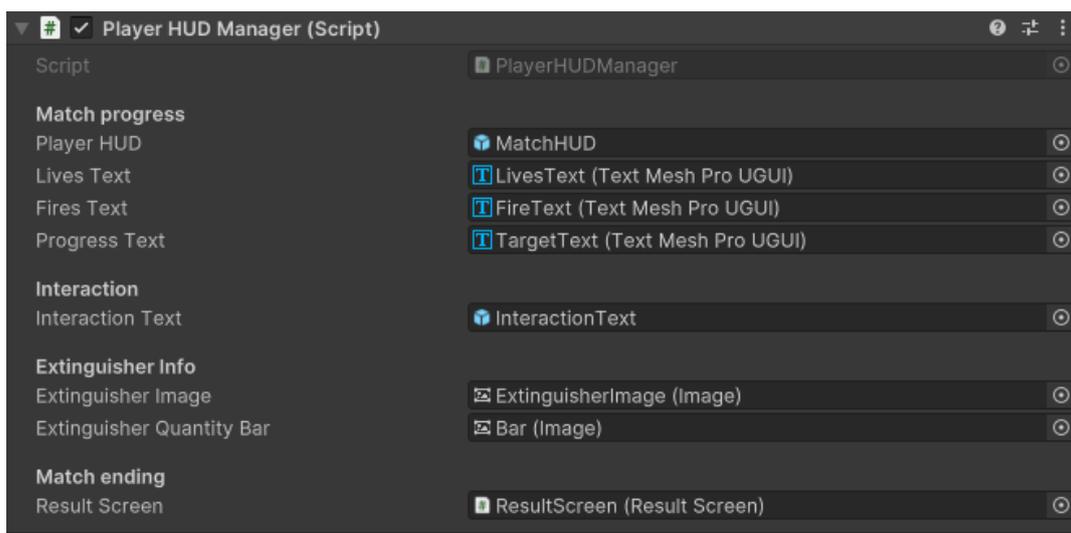
Figura 21: Exemplo de definição do Game Manager em um nível



Fonte: Própria

A partida é gerenciada por um *singleton* com o componente *Game Manager* (FIGURA 21) nele são definidas as informações da fase atual como quais tipos de incêndio poderão acontecer na fase e a quantidade de cada um, o intervalo entre incêndios, quantos incêndios devem ser apagados para que o jogador vença a fase, quantos erros podem ser cometidos para que o jogador perca a fase e se a fase deve começar quando for carregada ou esperar pela finalização do tutorial.

Figura 22: Configuração do Player HUD Manager



Fonte: Própria

A interface do jogador é controlada pelo componente *Player HUD Manager* (FIGURA 22) que é responsável por manter o estado de todas as informações sendo exibidas na tela para o jogador. Essas informações são atualizadas a partir dos eventos emitidos pelo *game manager* e pelo *player character*.

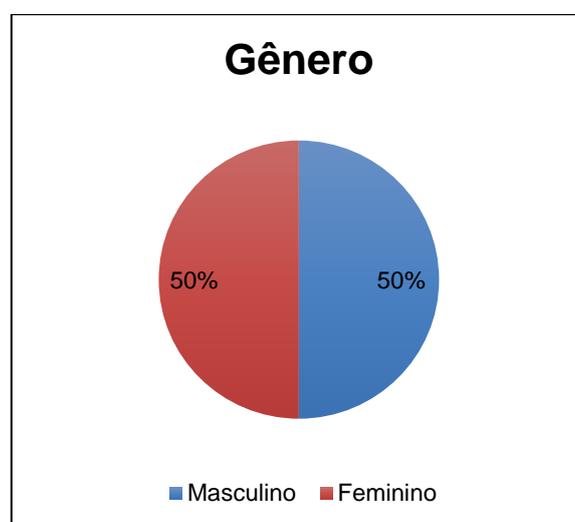
5. AVALIAÇÃO DO JOGO COM GESTOR

Após o desenvolvimento do jogo, foi realizada uma avaliação utilizando o modelo MEEGA+, um modelo de avaliação de jogos educacionais que foi desenvolvido como uma evolução do modelo MEEGA (Petri *et al.*, 2019). Essa avaliação, que tem como objetivo medir a experiência dos jogadores e sua percepção de aprendizagem, foi realizada com dois gestores de treinamento.

5.1. INFORMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

Junto as perguntas sobre a avaliação do jogo, também foram recolhidas informações demográficas sobre os participantes da avaliação, recolhendo informações sobre gênero, idade e frequência que jogam jogos digitais.

Figura 23: Percentagem de participantes da avaliação por gênero



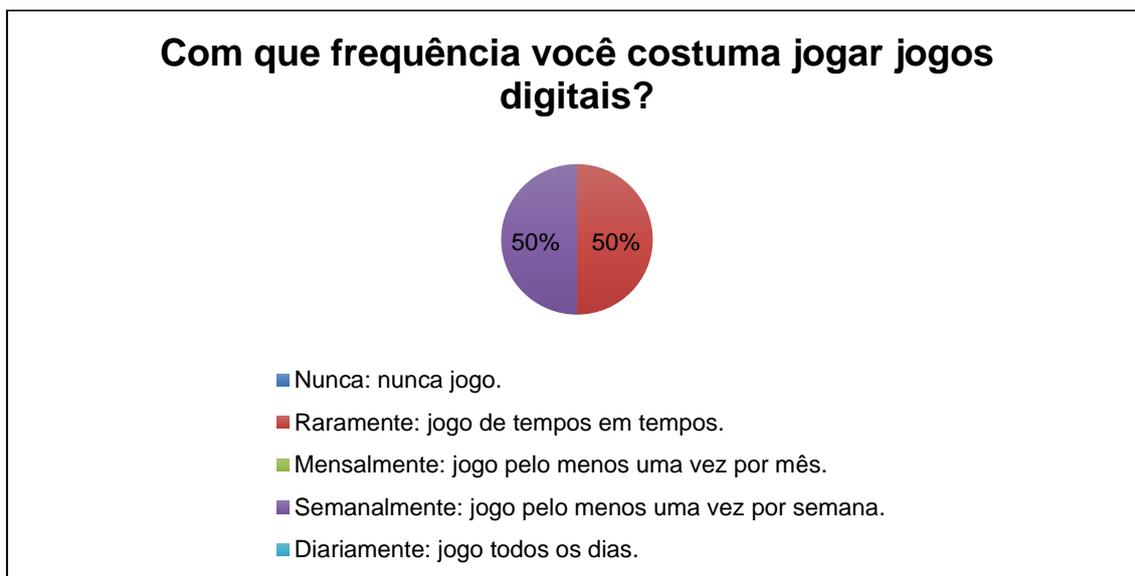
Fonte: Própria

Na FIGURA 23 é possível perceber que os participantes estavam perfeitamente divididos entre os gêneros binários. Todos os participantes estão na faixa etária de 40 a 50 anos como demonstrado na FIGURA 24, algo esperado pelo baixo número de participantes e o público-alvo de gestores de treinamento.

Figura 24: Percentagem de participantes da avaliação por faixa etária

Fonte: Própria

Os participantes também estavam perfeitamente divididos entre jogar semanalmente e raramente, o que leva o questionário a possuir maior variação de familiarização do público com jogos digitais permitindo conseguir a opinião de dois públicos distintos sobre a viabilidade do jogo como método de treinamento.

Figura 25: Percentagem de participantes da avaliação por frequência de jogabilidade de jogos digitais

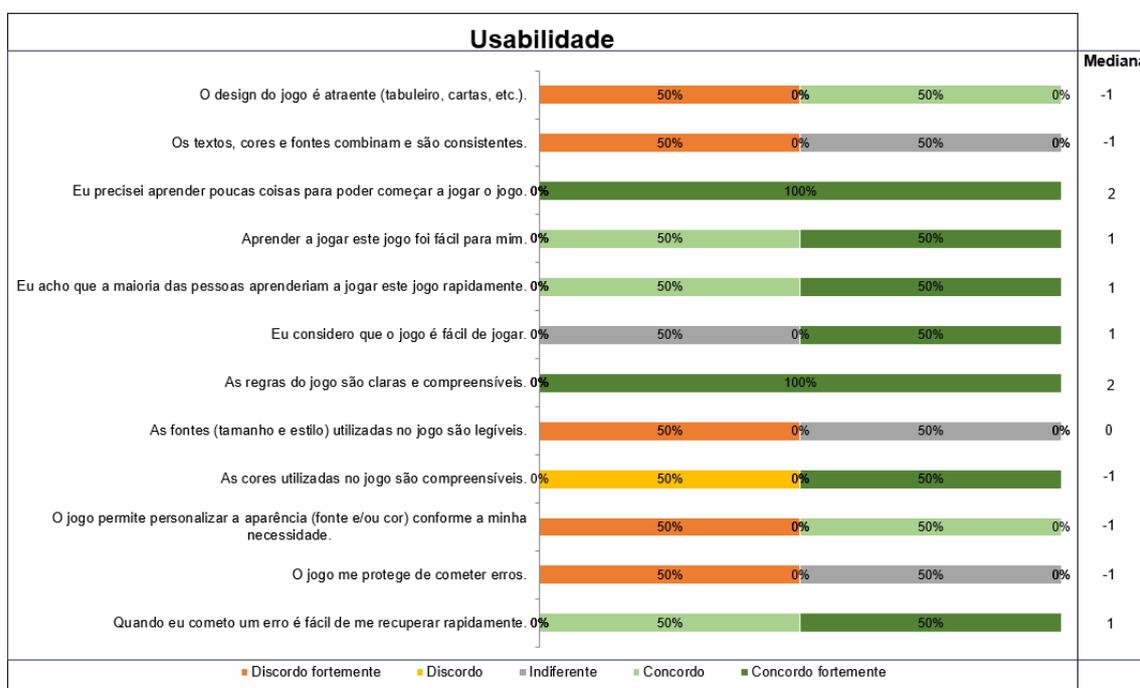
Fonte: Própria

5.2. EXPERIÊNCIA DO JOGADOR

Para realizar a avaliação utilizando o modelo MEEGA+ os participantes responderam 39 itens divididos entre as dimensões de usabilidade, confiança, desafio, satisfação, interação social, diversão, atenção focada e relevância. Essas perguntas podiam ser respondidas em 5 graus de concordância, indo de discordo totalmente até concordo totalmente, esses graus foram então mapeados de -2 até 2 para realizar a análise dos dados.

5.2.1. USABILIDADE

Figura 26: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de usabilidade



Fonte: Própria

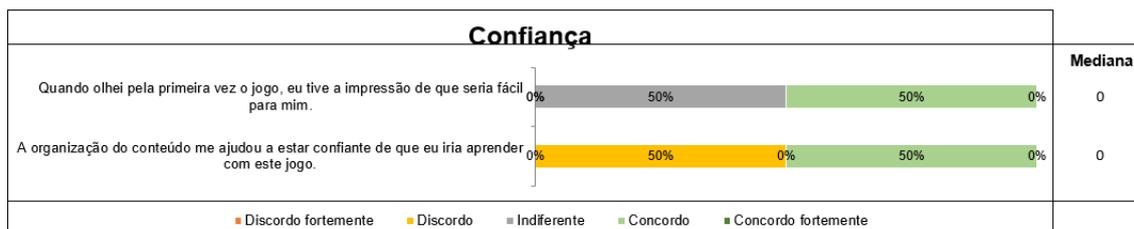
As respostas de usabilidade (FIGURA 26) indicaram pontos de melhoria necessários em questões estéticas do jogo apresentando uma mediana baixa nas questões de ser atraente, com fontes legíveis e consistentes e cores compreensíveis. Um resultado esperado devido ao baixo conhecimento do autor sobre design visual que pode vir a prejudicar a experiência final dos jogadores.

Porém mesmo com os problemas estéticos os jogadores consideraram o jogo fácil de aprender e jogar, com regras claras e que demanda pouco aprendizado para começar a

jogar, cumprindo com o objetivo de ser um jogo acessível a pessoas com menos experiência com o uso de jogos digitais.

5.2.2. CONFIANÇA

Figura 27: Percentagem de respostas dos participantes por afirmações de confiança

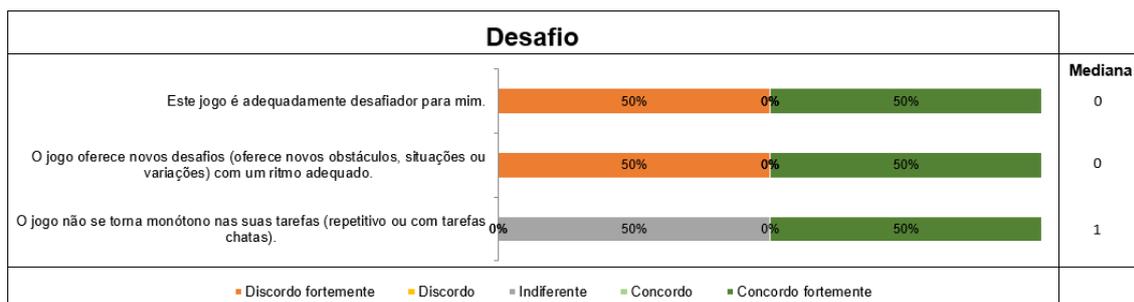


Fonte: Própria

Na FIGURA 27 é possível observar que os problemas de estética identificados provavelmente levaram a uma impressão inicial mais neutra do jogo. A forma como o conteúdo do jogo estava disposto não passava confiança de que seria um jogo fácil de aprender ou jogar.

5.2.3. DESAFIO

Figura 28: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de desafio



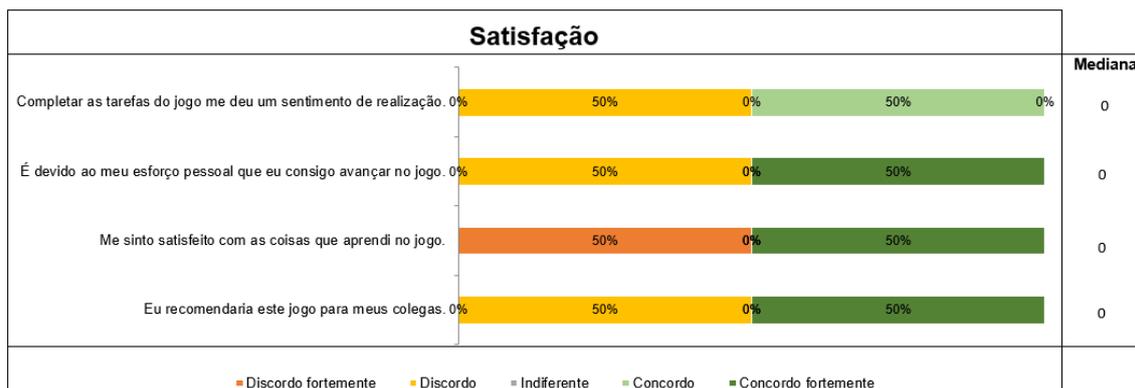
Fonte: Própria

A FIGURA 28 mostra que os participantes ficaram divididos entre o nível e frequência de desafios apresentados pelo jogo, essa disparidade de respostas pode se dar pela diferença de frequência em que os participantes jogam jogos digitais como apresentado na FIGURA 25. Porém mesmo com essa disparidade de respostas os participantes ainda consideraram que o jogo não se torna monótono, um fator importante para essa forma de

aprendizado onde o jogo precisa se manter divertido e interessante para manter a atenção dos jogadores.

5.2.4. SATISFAÇÃO

Figura 29: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de satisfação

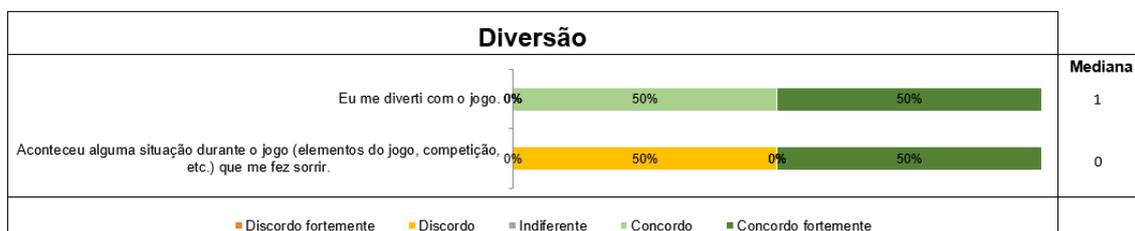


Fonte: Própria

A FIGURA 29 mostra que os participantes ficaram divididos em relação a satisfação que sentiram com as tarefas realizadas no jogo, com isso temos indícios de que o jogo possui a capacidade de passar esse sentimento para os jogadores, porém é necessário investigar o que levou a uma metade dos jogadores não se sentir satisfeito com o jogo.

5.2.5. DIVERSÃO

Figura 30: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de diversão

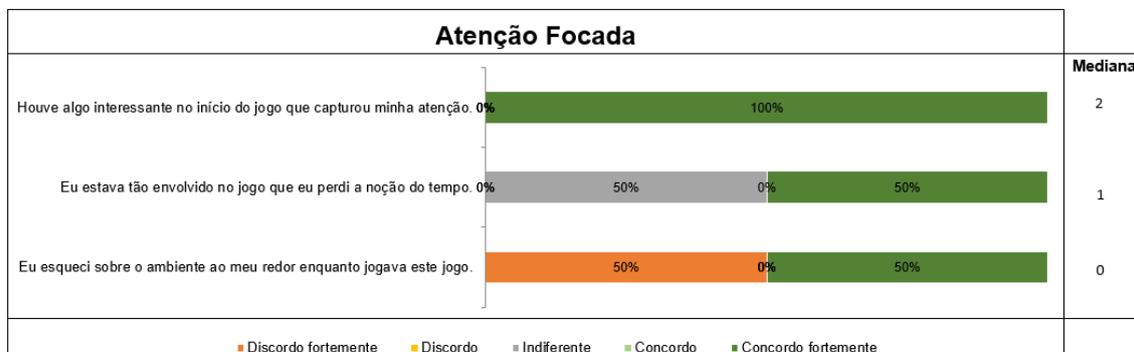


Fonte: Própria

Na FIGURA 30 é possível perceber que os jogadores consideraram o jogo divertido, o que cumpre com um objetivo durante o desenvolvimento do jogo de criar algo que não apenas seja uma forma de treinamento, mas também tenha a capacidade de divertir enquanto cumpre esse papel educacional.

5.2.6. ATENÇÃO FOCADA

Figura 31: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de atenção focada

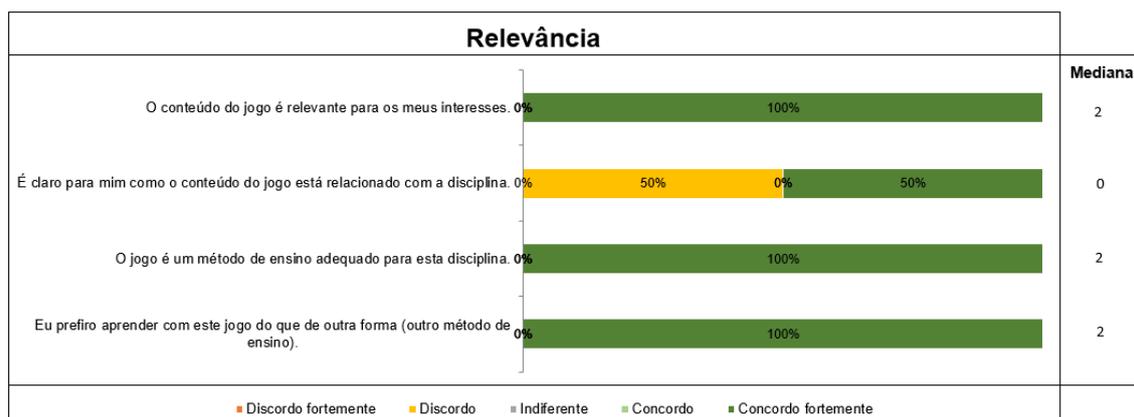


Fonte: Própria

Os dados de atenção focada são mostrados na FIGURA 31, neles é possível ver que todos os participantes acharam que algo interessante no início do jogo capturou sua atenção, algo que pode contribuir para maior foco ao longo do processo do jogo. Porém somente metade conseguiu entrar em estado de foco com o jogo.

5.2.7. RELEVÂNCIA

Figura 32: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de relevância



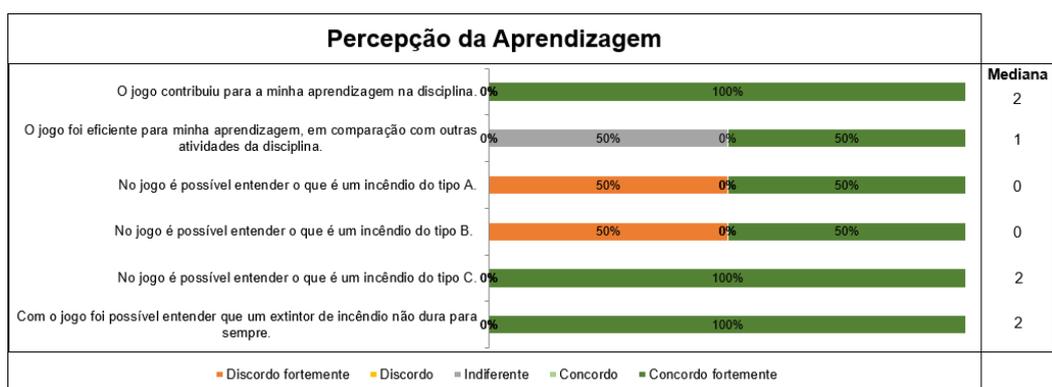
Fonte: Própria

A FIGURA 32 mostra que os participantes concordam que o jogo é relevante para eles e que serve como um método de ensino adequado para esse tipo de treinamento, dados positivos uma vez que desenvolver um jogo que possa ser utilizado para auxiliar no treinamento do uso de extintores é um dos objetivos desse trabalho. Porém, mesmo

acreditando ser um método de ensino adequado, não foi claro para uma parte dos jogadores como o conteúdo do jogo está relacionado a disciplina de treinamento, um ponto que precisa ser investigado.

5.2.8. PERCEPÇÃO DA APRENDIZAGEM

Figura 33: Percentagem de respostas dos participantes por concordância com afirmações de percepção de aprendizagem



Fonte: Própria

Na FIGURA 33 podemos ver como os jogadores percebem seu aprendizado com o jogo. Todos eles concordam que o jogo contribuiu para a aprendizagem na disciplina, porém somente metade acredita que seja realmente mais eficiente que outras atividades. Mesmo que a percepção seja de que o jogo seja tão eficiente quanto outros métodos de treinamento ele ainda pode ser utilizado como uma forma alternativa de treinamento para pessoas que talvez não tenham o desempenho esperado em métodos mais tradicionais.

Todos os jogadores conseguiram compreender o que é um incêndio do tipo C, porém somente metade conseguiu compreender os incêndios do tipo A e B, esse é um dado preocupante uma vez que o ensino dos tipos de incêndio e quais extintores devem ser utilizados é um elemento fundamental desse treinamento. É necessário entender o que levou a somente dois dos três tipos de incêndio não serem compreendidos para aumentar a eficiência do treinamento.

Por outro lado, o jogo conseguiu passar a ideia de que as pessoas devem tomar cuidado com o uso dos extintores uma vez que seu conteúdo é limitado e caso sejam utilizados sem a necessidade será possível que acabem em emergências, esse foi um dado

positivo uma vez que uma das preocupações durante essa releitura do jogo era justamente mostrar para o jogador que é necessário manejar o quanto os extintores estão sendo usados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de acidentes de trabalho e seu impacto financeiro e humano criam uma constante busca de soluções para reduzir seus efeitos. Com isso temos o treinamento de segurança que proporciona mudanças de atitude e dissemina conhecimentos que permitem práticas mais seguras. Porém existem evidências de que esses treinamentos nem sempre são tão efetivos, sendo necessária a busca por outras abordagens que proporcionem maior engajamento dos participantes, uma dessa abordagens sendo o uso de jogos sérios.

Com o estudo de trabalhos relacionados que também tinham como o objetivo o desenvolvimento de um jogo para treinamento e de uma metodologia que auxiliava na tradução de um treinamento em mecânicas de um jogo foi possível criar a concepção de um jogo para treinamento do uso de extintores. Um jogo onde os jogadores são colocados em uma situação em que precisam aprender os diferentes tipos de incêndio para que possam controlar os focos de incêndio que surgem dentro de um escritório.

Após o desenvolvimento do jogo foi realizada uma avaliação com gestores de treinamento para verificar a efetividade e relevância do uso do jogo como um método de treinamento. Essa avaliação precisa ser realizada com mais participantes para que seus dados gerados sejam mais confiáveis, porém os dados gerados já demonstram alguns pontos de melhoria.

Dentre os resultados da avaliação discutidos no capítulo anterior, o jogo foi considerado relevante como um método para o treinamento proposto, porém apresentou algumas falhas na usabilidade que podem prejudicar a experiência geral dos jogadores.

Com isso é visível a necessidade de mais interações de desenvolvimento do jogo, primeiro resolvendo os problemas de usabilidade apresentados antes de realizar uma nova rodada de avaliação, corrigindo fontes e estética do jogo para gerar uma experiência mais agradável aos jogadores o que poderá impactar em outros aspectos da avaliação.

Depois que a revisão estética do jogo for feita será necessário realizar novamente o processo de avaliação com gestores, sendo necessário um público maior e mais diverso

para que seja possível encontrar todos os problemas no jogo e garantir sua capacidade como ferramenta de treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIDENTES DE TRABALHO E MORTES ACIDENTAIS CRESCEM NO BRASIL EM 2021. *In: ONU NEWS*. 25 abr. 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/04/1787092#>. Acesso em: 1 jan. 2023.

AGARWAL, Neetima; PANDE, Neerja; AHUJA, Vandana. Expanding the Kirkpatrick Evaluation Model-Towards more Efficient Training in the IT Sector:. **International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 19–34, 2014.

BALDWIN, Timothy T.; FORD, J. Kevin. TRANSFER OF TRAINING: A REVIEW AND DIRECTIONS FOR FUTURE RESEARCH. **Personnel Psychology**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 63–105, 1988.

BROWN, Leonard D.; POULTON, Mary M. Improving Safety Training Through Gamification: An Analysis of Gaming Attributes and Design Prototypes. *In: CASSENTI, Daniel N. (org.). Advances in Human Factors in Simulation and Modeling*. Cham: Springer International Publishing, 2019. (Advances in Intelligent Systems and Computing). v. 780, p. 392–403. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-94223-0_37. Acesso em: 2 nov. 2023.

CHITTARO, Luca; RANON, Roberto. Serious Games for Training Occupants of a Building in Personal Fire Safety Skills. *In: 2009 CONFERENCE IN GAMES AND VIRTUAL WORLDS FOR SERIOUS APPLICATIONS (VS-GAMES)*, 2009, Coventry, UK. **2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications**. Coventry, UK: IEEE, 2009. p. 76–83. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5116556/>. Acesso em: 8 dez. 2023.

CLASSE, Tadeu Moreira De *et al.* The Play Your Process Method for Business Process-Based Digital Game Design. **International Journal of Serious Games**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 27–48, 2019.

COLAFEMINA, Martina. Futuro do trabalho: seu treinamento será um game. *In: FORBES*. 3 maio 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/carreira/2022/05/games-invadem-treinamentos-corporativos/>. Acesso em: 9 dez. 2023.

GEE, James Paul. Learning by Design: Good Video Games as Learning Machines. **E-Learning and Digital Media**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 5–16, 2005.

GOLOVINA, Olga *et al.* Using Serious Games in Virtual Reality for Automated Close Call and Contact Collision Analysis in Construction Safety. *In: 36TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION*, 2019, Banff, AB, Canada. **Anais [...]**. Banff, AB, Canada: [s. n.], 2019. Disponível em: http://www.iaarc.org/publications/2019_proceedings_of_the_36th_isarc/using_serious_

games_in_virtual_reality_for_automated_close_call_and_contact_collision_analysis_in_construction_safety.html. Acesso em: 2 nov. 2023.

GREUTER, Stefan *et al.* Designing a game for occupational health and safety in the construction industry. *In: IE '12: THE 8TH AUSTRALASIAN CONFERENCE ON INTERACTIVE ENTERTAINMENT*, 2012, Auckland New Zealand. **Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System**. Auckland New Zealand: ACM, 2012. p. 1–8. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2336727.2336740>. Acesso em: 2 nov. 2023.

HAFSIA, Mehdi; MONACELLI, Eric; MARTIN, Hugo. Virtual Reality Simulator for Construction workers. *In: VRIC '18: VIRTUAL REALITY INTERNATIONAL CONFERENCE - LAVAL VIRTUAL VRIC '18*, 2018, Laval France. **Proceedings of the Virtual Reality International Conference - Laval Virtual**. Laval France: ACM, 2018. p. 1–7. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3234253.3234298>. Acesso em: 2 nov. 2023.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. [s. l.], 2004.

KIRKPATRICK, James D.; KIRKPATRICK, Wendy Kayser. **Kirkpatrick's four levels of training evaluation**. Alexandria, VA: ATD Press, 2016.

KRAIGER, Kurt; FORD, J. Kevin; SALAS, Eduardo. Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. **Journal of Applied Psychology**, [s. l.], v. 78, n. 2, p. 311–328, 1993.

LACERDA, Érika Rodrigues Magalhães; ABBAD, Gardênia. Impacto do treinamento no trabalho: investigando variáveis motivacionais e organizacionais como suas predictoras. **Revista de Administração Contemporânea**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 77–96, 2003.

MONCLAR, Rafael Studart; SILVA, Marcelo Arêas; XEXÉO, Geraldo. Jogos com Proposito para o Ensino de Programacao. [s. l.], 2018.

PETRI, Giani; VON WANGENHEIM, Christiane Gresse; BORGATTO, Adriano Ferreti. MEEGA+: Um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o ensino de Computação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 27, n. 03, p. 52–81, 2019.

QUASE 2 MILHÕES DE PESSOAS MORREM A CADA ANO DE CAUSAS RELACIONADAS AO TRABALHO. ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. *In: ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO*. 17 jul. 2021. Disponível em: https://www.ilo.org/brasilia/noticias/WCMS_820318/lang-pt/index.htm. Acesso em: 1 jan. 2023.

RUFINO JÚNIOR, Roberto; CLASSE, Tadeu Moreira; LIMA, Camila de Castro. SafetyPlay Game Design - Projetando Jogos Com Propósito de Treinamentos de Segurança na Indústria. *In: ANAIS DO XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES 2023)*, 2024, Porto Alegre. **Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2023)**. Porto Alegre: [s. n.], 2024. p. 1–12.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de games: uma abordagem prática**. Cengage Learninged. [S. l.: s. n.], 2008.

VOLPE, Renata Araújo; LORUSSO, Carla Bittencourt. A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO. **Psicologia.pt - O Portal dos Psicólogos**, [s. l.], 2009.

WALK, Wolfgang; GÖRLICH, Daniel; BARRETT, Mark. Design, Dynamics, Experience (DDE): An Advancement of the MDA Framework for Game Design. *In*: KORN, Oliver; LEE, Newton (org.). **Game Dynamics**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 27–45. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-53088-8_3. Acesso em: 9 dez. 2023.

WOLF, M. *et al.* Investigating hazard recognition in augmented virtuality for personalized feedback in construction safety education and training. **Advanced Engineering Informatics**, [s. l.], v. 51, p. 101469, 2022.

XEXÉO, Geraldo *et al.* UMA INTRODUÇÃO AO OBJETO DE ESTUDO DO LUDES. [s. l.], 2017.