

Viral.izo:

Um Jogo Educativo de Gerência de Recursos Contra a Proliferação Desenfreada de um Vírus

Victor Pontes Santos

CCT

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

victorsantos13@edu.unifor.br

Yuri Nekan Soares Fontes

CCT

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

yurinekan@edu.unifor.br

Felipe Alves Holanda

CCT

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

felipe.holanda@edu.unifor.br

Tiago Halliday Goiana

CCT

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

Tiago.halliday@edu.unifor.br

João Carlos Machado Luz Simões

CCT

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

joaocmls09@edu.unifor.br

Davi Lopes Teixeira

CCT

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

davielteixeira@edu.unifor.br

Maria Andréia Formico Rodrigues

PPGIA

UNIFOR

Fortaleza, Ceará

andreia.formico@gmail.com

Resumo—Este trabalho apresenta *Viral.izo*, um jogo educativo focado em estimular iniciativas em prol da saúde mundial contra a COVID-19. Estas iniciativas exigem habilidades precisas para gerenciamento de recursos (itens de proteção pessoal e pontos de aglomeração) contra a proliferação desenfreada do vírus, seus malefícios e sua imprevisibilidade. Além disso, avaliações qualitativas também foram conduzidas, mostrando que *Viral.izo* é capaz de educar enquanto desafia o jogador.

Palavras-chave—jogo educativo, promoção da saúde, gerência de recursos, vírus, experiência de usuário

I. INTRODUÇÃO

Em 2019, surgiu um novo grupo de coronavírus na China, com uma infectividade maior, o “novo coronavírus” (COVID-19) [1]. Este vírus provocou uma grande epidemia, que se disseminou pela Europa e pelas Américas, atingindo principalmente o Reino Unido, Itália, França, Espanha, Alemanha, Os Estados Unidos, México e Brasil, além da Índia e Rússia, caracterizando uma pandemia de grande preocupação para a saúde pública mundial. Atualmente, em torno de 220 países e territórios já foram severamente afetados pela COVID-19 [2].

Conseqüentemente, o ano de 2020 foi marcado por campanhas mundiais de conscientização à população sobre formas de prevenção da COVID-19, as quais têm incluído a área de jogos digitais como meio de promoção da saúde, principalmente, entre crianças e jovens. As campanhas reuniram líderes de empresas de jogos, com uma causa em comum: incentivar massivamente os usuários a seguirem as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS), dentre as quais, distanciamento social, higiene das mãos, etiqueta respiratória e outras ações preventivas de combate à COVID-19 [3], [4].

Até meados de 2021, já haviam sido confirmados mais de 186 milhões de casos de infecção por COVID-19 no mundo e mais de 4 milhões de óbitos [4]. Ainda, no que tange à

Educação, mais de 1,5 bilhão de estudantes e jovens em todo o planeta foram ou estão sendo afetados pelo fechamento de escolas e universidades, durante esta interrupção sem precedentes, devido à pandemia [5].

A educação tem sido uma questão desafiadora no contexto da pandemia. A via de transmissão principal é o contato com indivíduos infectados, através de gotículas respiratórias. Com fins educativos e visando entender como os recursos disponíveis podem ser usados contra a proliferação descontrolada do vírus da COVID-19, variadas soluções tecnológicas na forma de jogos digitais têm sido desenvolvidas, comprovando que, em face a um assunto sério, é possível também construir conhecimento, engajar e trocar saberes.



Fig. 1. Tela inicial do jogo *Viral.izo*.

Este trabalho apresenta *Viral.izo* (Fig. 1), um jogo educativo com a intenção de estimular iniciativas em prol da saúde mundial contra a COVID-19. Estas iniciativas exigem habilidades para gerenciamento de recursos contra a proliferação desenfreada do vírus, seus malefícios e sua imprevisibilidade. O jogador, no papel de uma nuvem de anticorpos controlada

remotamente, deve conter as aglomerações e derrotar o vírus, salvando o mundo. O jogo é casual e destina-se a jogadores com faixa etária ampla, incluindo crianças, jovens e adultos. *Viraliza* apresenta uma base visual composta por mapas 2D, contendo, principalmente, os seguintes elementos gráficos: itens de proteção pessoal e pontos turísticos, ilustrativos de pontos de aglomeração.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Vários jogos educacionais para a promoção da saúde têm sido propostos, principalmente, no contexto da pandemia atual do novo coronavírus. Esta seção apresenta alguns destes jogos, os quais mostraram-se mais relacionados a este trabalho, seja devido ao fato de serem jogos de combate a vírus, seja por conta das estratégias aplicadas para derrotar o inimigo.

Heróis da Pandemia [6] é um jogo educativo, sobre diferentes formas preventivas da COVID-19, contendo mini-games. Cada fase apresenta uma mecânica diferente, com um marcador de pontos visualmente diferente, um para cada fase do jogo. O jogo é 2D, no estilo *cartoon*, com animações diversas. Oferece ainda um sistema de *ranking online* que pode ser vinculado ao *Facebook* para compartilhar os resultados da partida nas redes sociais.

Vírus Combat (originalmente, chamado *CoronaGame*) [7] é um jogo que despertou a atenção do Ministério da Saúde [8]. Contém elementos das normas de biossegurança da realidade atual (usar máscaras, lavar as mãos com álcool em gel e manter o distanciamento social). Inicialmente, seu foco foi combater o vírus da COVID-19, porém, foi alterado pela *Google Play*, para se adaptar à política da empresa contra a divulgação/promoção de eventos catastróficos causadores de mortes. No entanto, o inimigo continua sendo um vírus que, ao entrar em contato com o personagem controlado pelo jogador, causa a perda do jogo. Apresenta cenários contendo pontos turísticos de alguns países, particularmente, Brasil, China, França e Itália, com um estilo 3D e baixa qualidade visual, dinâmica rápida e objetivo de fácil compreensão. O jogador, no papel de um enfermeiro, deve derrotar os inimigos (vírus), à medida que avança nos níveis do jogo. O jogo finaliza quando o jogador coleta todos os equipamentos de proteção individual, sem que ocorra contato com o vírus.

Prevenção Coronavírus [9] é um jogo educativo, de memória, focado na prevenção da COVID-19. No início, há várias cartas viradas que podem ser desviradas, após o clique do *mouse*, revelando ao jogador uma forma de prevenir/proteger-se da COVID-19, quando duas cartas são idênticas. O visual deste jogo 2D é simples e no estilo *cartoon*, casual, podendo ser jogado individualmente.

COVID-19 Game [10] é um jogo no qual o jogador deve coletar o maior número de máscaras e tubos de álcool em gel para ganhar munição, no caso, vacinas que deverão ser arremessadas contra o coronavírus para destruí-lo. Recargas de munição são possíveis. Apresenta cenários que foram afetados pela COVID-19 e que precisam ser combatidos, particularmente, no Brasil. Cada nível tem o nome de um profissional da saúde: você começa como técnico em enfermagem e, se

tiver êxito, chega a médico especialista no final do jogo. A dificuldade da fase aumenta à medida que o jogador avança de nível. O jogo é casual, minimalista, no estilo *cartoon* 2D.

Plague Inc: The Cure [11] é uma extensão do jogo *Plague Inc*. Enquanto *Plague Inc* tem como objetivo criar e desenvolver um agente patogênico (bactéria, vírus, fungo, etc.) para infectar e, posteriormente, aniquilar a vida humana na Terra, *Plague Inc: The Cure*, motivado pela pandemia gerada pela COVID-19, visa salvar a humanidade de um novo vírus. Para tal, o jogador lidera uma organização mundial de saúde com diversas iniciativas. Há várias mecânicas para explorar na expansão, como investigações para encontrar o paciente zero, conscientização para ajudar nas crises, diferentes modos de retardar a disseminação da doença, entre outras. Cada decisão do jogador influencia fortemente no decorrer do jogo. Por exemplo, se o jogador tentar iniciar uma quarentena com pouco apoio popular essa iniciativa terá graves consequências. *Plague Inc: The Cure* é um jogo 2D, categoriza-se como estratégia em tempo real, com traços de simulação.

SurviveCOVID-19 [12] é um jogo com o objetivo de educar sobre as medidas de biossegurança que devem ser tomadas frente ao vírus da COVID-19 e como sobreviver através da coleta de produtos alimentícios e medicamentos, colidindo espacialmente com estes recursos no jogo. Inicia com um vídeo introdutório apresentando a sinopse da história para, em seguida, habilitar o controle por conta do jogador. É um jogo 2D, no formato pixelizado, com uma mecânica simples de controle de movimento. Enquanto coleta uma lista de itens, é necessário o uso de máscara e higienizar-se para evitar ser infectado. Com um tempo limite para tal, o jogador ganha o jogo se coletar todos os itens e voltar a salvo para casa. Em jogo de temática similar (porém, em 3D), o jogador, no papel de um agente de saúde, tem a missão de identificar e distribuir máscaras faciais às pessoas que estão transitando sem máscaras pelas ruas, bem como de orientá-las sobre outras medidas de prevenção também importantes para conter a proliferação da infecção, tais como evitar aglomerações, importância do distanciamento social, etc. [3].

Immuno Rush [13] foi criado por pesquisadores da Universidade de São Paulo em parceria com o Manifesto Games em 2016. É um jogo no estilo *tower defense*, onde o jogador deve proteger o corpo humano atuando como um comandante do sistema imune. Os inimigos, representados por vírus, bactérias e protozoários, estão tentando invadir o corpo humano. Para impedir esta invasão, o jogador tem que elaborar estratégias de defesa, construindo as torres representadas por células do sistema imune. O jogo tem cinco fases, com nível crescente de dificuldade, com um número cada vez maior de elementos do sistema imunológico para combater os microrganismos, os quais, por sua vez, tornam-se ainda mais diversificados e resistentes.

Finalmente, o jogo *Agario* [14], [15], conhecido por milhões de jogadores em todo mundo, é um jogo multijogador *online* de ação, simples de ser jogado, competitivo e com mecânica de fácil controle. Cada jogador controla uma célula em um mapa que representa uma Placa de Petri (recipiente

cilíndrico e achatado, usado para a cultura de microorganismos) com o objetivo de adquirir o máximo de massa possível, até “engolir” células menores, ou seja, outros jogadores.

III. ARTE & DESIGN






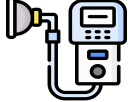



Viral.izo baseia-se na seguinte premissa: “O mundo está sendo atacado pelo vírus da COVID-19. Acredita-se que aglomerações em todos os continentes estejam ajudando a disseminar a doença. Um cientista pesquisou várias formas de tratamento contra o vírus. Teve a ideia de criar uma nuvem de anticorpos, controlada remotamente de uma base, para conter as aglomerações e derrotar o vírus, enviando a nuvem de volta para o passado para salvar o mundo”. A Fig. 2 apresenta a sinopse original em seu formato visual *ingame* do contexto do jogo, especialmente criada e apresentada na abertura do *Viral.izo*.

A paleta de cores escolhida para *Viral.izo* está presente em todas as telas do jogo, as quais apresentam uma base visual representada por mapas 2D e inventário de itens coletáveis. Em particular, foi definida a partir de referências que remetem aos sentimentos de esperança (Fig. 3.a) e segurança (Fig. 3.b).

O jogo inspirador para a criação do *Viral.izo* foi o *Vírus Combat*, referência para a ideia de combate ao vírus COVID-19. Em particular, *Viral.izo* foi concebido para oferecer uma mecânica fácil, de simples assimilação e com objetivo claro, contendo elementos do mundo concreto, em nível global: itens de proteção pessoal (vacina, álcool em gel, máscara facial, elmo, respirador mecânico, ambulância, etc.) e pontos turísticos, ilustrativos de pontos de aglomeração (*Estátua de Iracema* em Fortaleza, Brasil; *Arco de Nossa Senhora de Fátima* em Sobral, Brasil; *Estátua do Padre Eustáquio* em Belo Horizonte, Brasil; *Beach Park* em Fortaleza, Brasil; *Cristo Redentor* no Rio de Janeiro, Brasil; *Elevador Lacerda* em Salvador, Brasil; *Beto Carrero World* na Penha, Brasil; *Congresso Nacional* em Brasília, Brasil; *Machu Picchu* no Peru; *Chichén Itzá* em Yucatán, México; *Golden Gate Bridge* em São Francisco, Estados Unidos; *Estátua da Liberdade* em Nova York, Estados Unidos; *Big Ben* em Londres, Inglaterra; *Torre Eiffel* em Paris, França; *Coliseu* em Roma, Itália; *Pirâmides* no Egito; *Petra* na Jordânia; *Taj Mahal* em Agra, Índia; *Catedral de São Basílio* em Moscou, Rússia; *Muralha da China* no Distrito Huairou, China, entre outros). A Fig. 4 ilustra os principais pontos turísticos, objetos componentes dos mapas do jogo. Os ícones exibidos foram obtidos de bancos de imagens gratuitas [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31].

Adicionalmente, descrições detalhadas sobre cada item de proteção pessoal adquirido no jogo e sua importância em prol da saúde no mundo também foram elaboradas e incluídas *ingame*, com fins educativos. A Tabela I exibe a descrição de cada um dos itens coletáveis dos mapas. Os ícones da Tabela I também foram obtidos de bancos de imagens gratuitas [32], [33], [34].

Há ainda um outro inimigo presente no mapa do jogo, a bactéria. Enquanto a interação da nuvem de anticorpos com o vírus da COVID-19 estabelece uma relação de matar

Item	Descrição
	Diferentemente das máscaras de uso profissional, as máscaras comuns são mais acessíveis, porém, não possuem um “elemento filtrante”. São importantes como barreiras físicas a serem adotadas contra o vírus da COVID-19, reduzindo a propagação do vírus e, consequentemente, a exposição e o risco de infecções. Quando posicionadas corretamente na face, protegem as vias aéreas do indivíduo e das pessoas ao redor.
	As máscaras PFF2 e N95 são capazes de filtrar, de maneira eficaz, as partículas dos vírus da COVID-19. Quando posicionadas corretamente na face, protegem as vias aéreas do indivíduo e das pessoas ao redor.
	<i>Face shield</i> é um equipamento de proteção individual, usado para evitar o contato com gotículas, salivas e fluidos nasais que possam atingir rosto, nariz, boca e olhos da pessoa.
	A vacina é importante para a imunização contra o vírus da COVID-19. Para ficar imunizado, em geral, são necessárias duas doses.
	Elmo é um capacete de respiração assistida, na forma de um mecanismo de respiração artificial não-invasivo para tratar pacientes com quadro leve ou moderado de COVID-19.
	O respirador mecânico hospitalar é um aparelho que auxilia na entrada e saída de ar dos pulmões, geralmente, usado em casos de insuficiência respiratória.
	EVA (Equipamento de Visualização e Alerta) [35] é um equipamento para monitoramento dos sinais vitais de pacientes em leito hospitalar, baseado em Visão Computacional.
	O álcool em gel é uma solução sanitizante para as mãos, capaz de combater germes, bactérias e até vírus, como o da COVID-19.
	A ambulância é um veículo que transporta pacientes mais rapidamente, em direção aos hospitais, para poderem ser tratados.

ou morrer, a interação direta com as bactérias causa danos consideravelmente menos significativos, isto é, não levam à morte, porém, fazem a nuvem de anticorpos perder um pouco de força, dano este representado visualmente diminuindo-se o seu tamanho corrente, aproximadamente, em 5%.

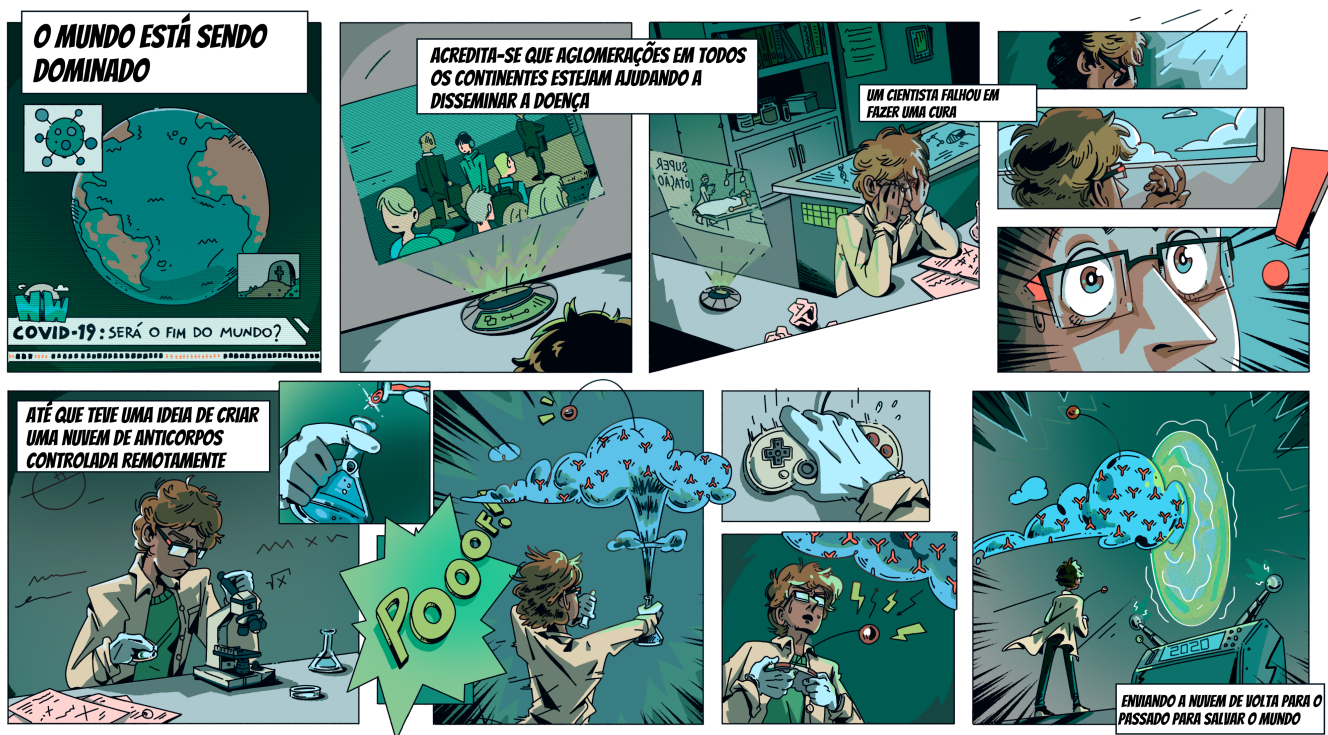


Fig. 2. Introdução do contexto do jogo, apresentada na abertura do *Viral.izo*.

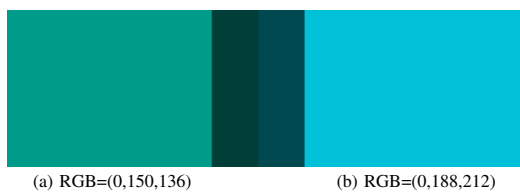


Fig. 3. Paleta de cores definida para o jogo *Viral.izo*.

IV. DESENVOLVIMENTO

O motor de jogos *Unity3D* [36], [37] foi usado para a implementação do *Viral.izo*, com a predominância de funcionalidades 2D. Além disso, foram também criados *scripts* em C#, programados para inserir as seguintes funcionalidades no jogo: o controle de movimento da nuvem de anticorpos, a coleta de itens pela nuvem de anticorpos, a colisão entre a nuvem de anticorpos e os inimigos (vírus e bactérias), o avanço para os próximos níveis do jogo e o surgimento dos itens coletáveis no mapa do jogo e dos inimigos.

Dentre estas funcionalidades, a mais desafiadora de implementar foi o sistema de gerenciamento de recursos via surgimento aleatório, devido à quantidade significativa de itens disponíveis no mapa do jogo. Além do fato de cada ponto de surgimento ser específico de cada item, variando conforme a sua raridade.

A mudança de níveis foi feita através de um gerenciador

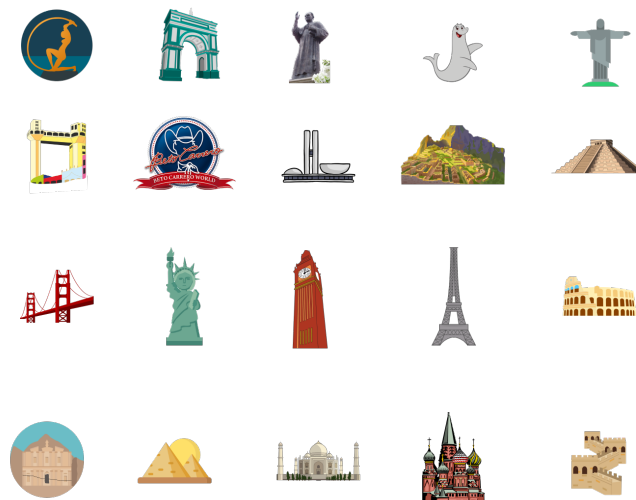
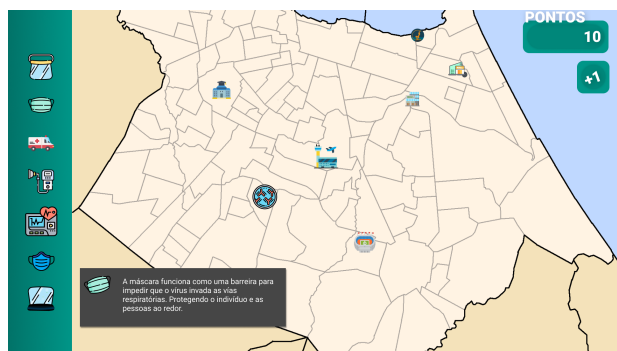
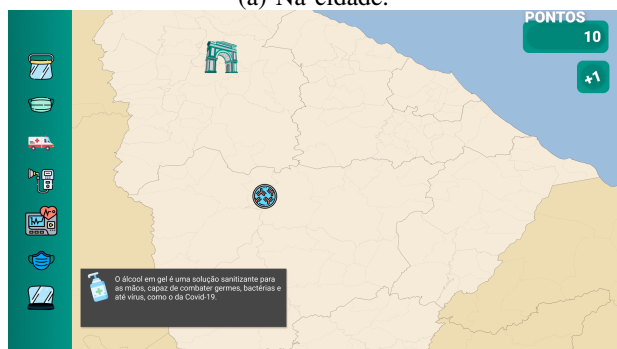


Fig. 4. Pontos turísticos posicionados em suas respectivas cidades de origem, no mapa do jogo *Viral.izo*.

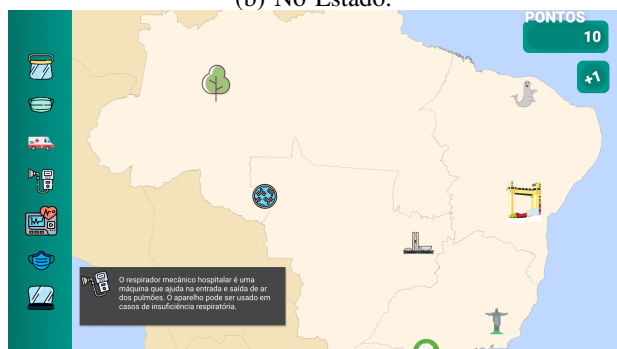
de recursos para mudança de cenas [36], representadas pela evolução dos mapas de uma cidade para o estado, do estado para o país e do país para o mundo (Fig. 5). A locomoção da nuvem de anticorpos entre as telas de menu e os níveis do



(a) Na cidade.



(b) No Estado.



(c) No Brasil.



(d) No mundo.

Fig. 5. Mapa de atuação do jogador no *Viralizo*. Itens coletáveis no inventário vertical à esquerda e alguns dos pontos turísticos destacados nos mapas. Em (a), (b), (c) e (d), em nível de cidade, estado, país e mundo, respectivamente.

jogo é feita considerando-se o alcance do tamanho máximo da nuvem de anticorpos e a condição do jogador já ter coletado as duas seringas com as vacinas, as quais equivalem, metaforicamente no *Viralizo*, à primeira e segunda doses da imunização contra a COVID-19.

A. Gameplay

A Fig. 6 mostra, de forma simplificada, o diagrama de fluxo do jogo. No *nível 1*, a nuvem de anticorpos surge no mapa de Fortaleza, no Brasil (Fig. 5.a). Ao longo da partida, a nuvem de anticorpos deve coletar uma variedade de itens, com surgimentos aleatórios. Estes itens variam conforme a raridade e tipos de bônus. Entre os quais, aumentar de tamanho, aumentar de velocidade, dobrar a pontuação e até mesmo ganhar outra vida extra.

A nuvem de anticorpos pode colidir com os inimigos. Sempre que isso acontecer frente ao vírus, se o tamanho deste for maior que o tamanho da nuvem de anticorpos, esta é derrotada e o jogo termina (Fig. 7). Contudo, se a nuvem de anticorpos tiver já coletado o item “Elmo” (exibido na quinta linha da Tabela I), esse item pode ser utilizado como estratégia para o jogador ganhar uma vida extra. Dessa forma, o jogo continua. Se o tamanho da nuvem de anticorpos for maior que o tamanho do vírus, este é destruído e a nuvem de anticorpos aumenta de tamanho. Essa lógica se mantém ao longo do jogo.

A nuvem de anticorpos passa para o *nível 2* (Fig. 5.b) quando alcança um tamanho máximo pré-definido, migrando para um cenário que apresenta o mapa do Ceará, no Brasil. Nesse nível, o jogador tem que coletar um novo e importante item, a “vacina” (primeira dose), necessário para passar para o *nível 3* do jogo. Então, tendo atingido um tamanho máximo pré-definido de crescimento, a nuvem de anticorpos está apta a passar para o *nível 3* do jogo, o qual tem o mapa do Brasil (Fig. 5.c) como cenário. O *nível 4*, o último do jogo, é liberado quando a nuvem de anticorpos atingir um tamanho ainda maior, já tendo coletado novamente no nível 3, o outro item “vacina” (segunda dose). O cenário final é representado pelo mapa-múndi (Fig. 5.d) e, para ganhar o jogo, é necessário que a nuvem de anticorpos atinja um tamanho máximo, definido para esta fase. Ao finalizar com sucesso o *nível 4*, o jogador vence a partida e uma tela de vitória é exibida, mostrada na Fig. 8.

B. Mecânica de Controle

O jogador controla a nuvem de anticorpos usando o *mouse*, ou seja, a nuvem de anticorpos sempre seguirá o percurso realizado pelo *mouse* do jogador. O nível de complexidade do controle cresce com o avanço nos níveis. O campo de visão da câmera ajusta-se automaticamente ao tamanho da nuvem de anticorpos, ou seja, ao tamanho do “jogador”, para adequar-se às proporções do jogador e dos mapas do jogo.

C. Esquema de Pontuação

Para aumentar a motivação dos jogadores, um esquema de pontuação foi criado, no qual o número de pontos do jogador é diretamente proporcional ao tamanho da nuvem de anticorpos

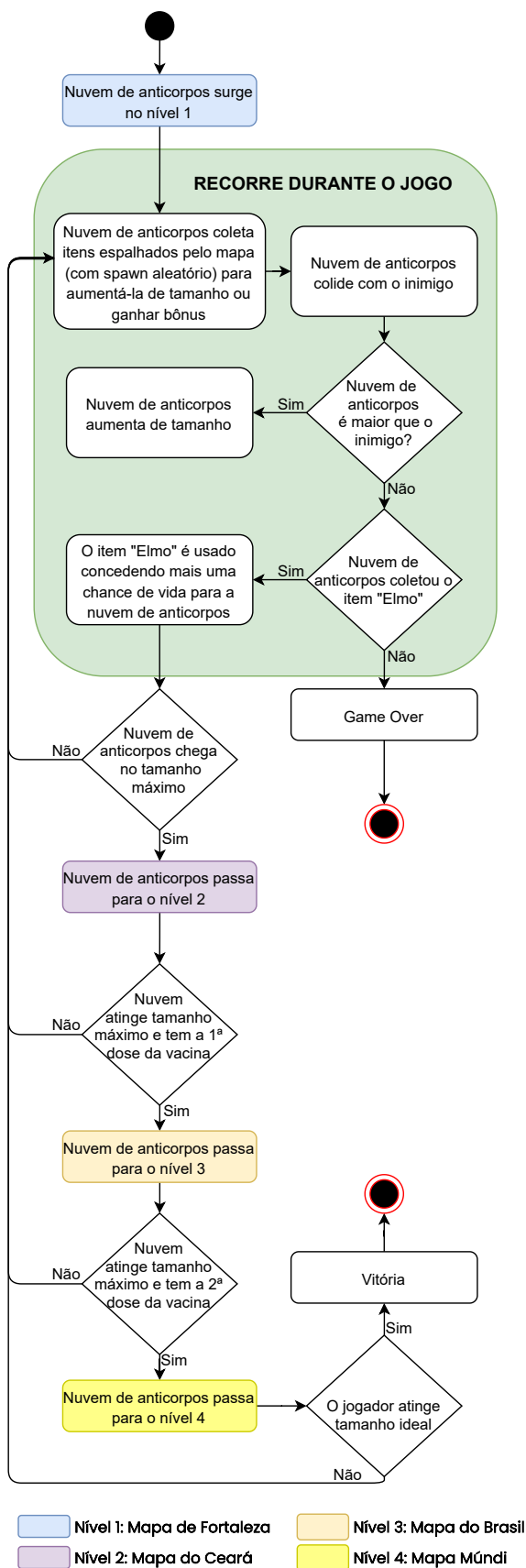


Fig. 6. Diagrama de fluxo do *Viral.izo*.



Fig. 7. Tela de *game over*, com a derrota do jogador.

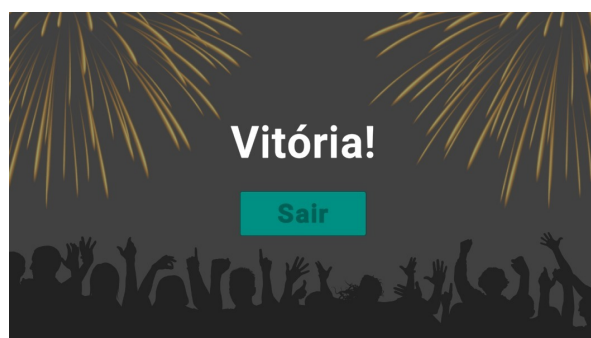


Fig. 8. Tela de vitória do jogador.

(isto é, quanto maior a nuvem, maior a pontuação corrente), de acordo com a seguinte regra: 1 ponto equivale a 0.01 do tamanho da nuvem de anticorpos. A Tabela II detalha os itens existentes no mapa do jogo, os seus respectivos bônus e as suas ocorrências:

TABLE II
LISTA DE ITENS COM SEUS RESPECTIVOS VALORES DE BÔNUS E NÍVEL DE OCORRÊNCIA

ITEM	BÔNUS (pontos)	OCORRÊNCIA
álcool em gel	+1	muito comum
máscara comum	+10	muito comum
máscara PFF2/N95	+20	comum
face shield	+20	comum
ambulância	+2 permanente, na velocidade	comum
bactéria oportunista	-5	comum
respirador	+5, por 5s	pouco comum
EVA	x2, por 10s, na velocidade	pouco comum
Elmo	+1 Vida Extra	incomum

Mais especificamente, no *Viral.izo*, cada item coletado tem uma função específica.

D. Efeitos Especiais

O efeito de partículas ativado é nativo da *Unity* e é exibido quando a nuvem de anticorpos derrota um vírus. Inicialmente, as partículas surgem de forma aleatória em múltiplas regiões do mapa, representando os inimigos. O tamanho dos inimigos aumenta de forma crescente ao longo do tempo. Após a nuvem de anticorpos entrar em contato com um inimigo (via colisão

[38]), verifica-se o seu tamanho: Se for maior que a dimensão do vírus inimigo, o ícone do inimigo é destruído e, no mesmo local em que o vírus estava posicionado, é ativado um efeito especial, baseado em um sistema de partículas. Esse efeito visual assemelha-se ao de uma explosão, com 200 partículas com distribuição aleatória sendo emitidas em um espalhamento radial ao longo do tempo. O tempo de vida das partículas é de aproximadamente 1 segundo. O conjunto de partículas é modelado com pequenas esferas, da mesma cor do ícone do vírus, como mostra a Fig. 9.



Fig. 9. Quando o inimigo morre, o seu objeto é destruído e, em seu lugar, é acionado um efeito visual baseado em uma animação de um sistema de partículas, representado no aglomerado em verde, à esquerda da nuvem de anticorpos.

E. Trilha Musical e Efeitos Sonoros

A trilha musical escolhida para o jogo consiste em duas músicas que correspondem aos temas principais, acrescidas de efeitos sonoros. Mais especificamente, nas telas de menu, as músicas inseridas foram: *ES A Heart Made of Pixels* de *Christofer Moe Ditlevsen* [39] e, na passagem de níveis, *ES Nintendo Revolution* de *Rolla Coasta* [40].

Os efeitos sonoros consistem em quatro áudios. Para o efeito do clique do botão nas telas de menu foi usado o áudio *Menu Select* do *Fupicat* [41], na de coletar itens o *8-bit event sound effects* do *EVRetro* [42], na morte da nuvem de anticorpos *Lose_C_04* do *Cabled_mess* [43] e, ao passar de níveis, o áudio *Electro Win Sound* do *Mativve* [44].

V. EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO

A. Participantes

Inicialmente, testes funcionais foram conduzidos pelos próprios desenvolvedores do *Viral.izo* com o propósito de identificar inconsistências e falhas de execução. Feito isso, o jogo foi sistematicamente testado para que os momentos de interação e atualização do estado corrente dos seus componentes pudessem ser devidamente calibrados de forma a proporcionar uma experiência de usuário de melhor qualidade, frente ao gerenciamento dos recursos disponíveis no jogo.

Em fase posterior, através do *Google Meet*, testes de usabilidade e experiência de usuário foram realizados com 19 (dezenove) participantes, todos alunos em nível de graduação,

os quais manifestaram gostar de jogar jogos digitais. Durante a sessão, os participantes receberam um *link* no *chat*, com o executável do jogo, bem como instruções de execução. Após vivenciar a experiência, cada participante respondeu, remotamente, as perguntas disponibilizadas via *link* para o *Google Forms*, na forma de um questionário, elaborado por um dos co-autores deste trabalho.

Considerando-se que um estudo qualitativo com cinco participantes é provavelmente capaz de revelar 85% dos problemas de usabilidade, relacionados ao *design* [45], o objetivo principal foi o de identificar os principais pontos de melhoria do jogo, para então revisá-los e melhorá-los em trabalhos futuros.

B. Questionário

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 significava “Discordo Completamente” e 5, “Concordo Completamente”, 10 questões qualitativas foram elaboradas, resultando no seguinte questionário, respondido pelos participantes:

- 1) As instruções *ingame* do jogo foram claras e simples?
- 2) O jogo foi efetivo?
- 3) A mecânica de controle foi efetiva?
- 4) A arte e o *design* do jogo lhe agradaram?
- 5) A trilha musical e os efeitos sonoros colaboraram positivamente para o sentimento de imersão no jogo?
- 6) O jogo foi fácil de jogar?
- 7) As animações implementadas estimularam a sua atenção?
- 8) Você se divertiu jogando esse jogo?
- 9) Você se engajou jogando esse jogo?
- 10) A satisfação geral foi positiva?

C. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos nos testes que contaram com a participação dos 19 participantes. Mais especificamente, na Fig. 10, os tons mais terrosos são representativos das opiniões “Discordo Completamente” e “Discordo”; a cor ciano, de “Nem discordo, nem concordo”; e os tons em verde, de “Concordo” e “Concordo Completamente”.

Questionados se as instruções apresentadas *ingame* foram *claras e simples* para promover a saúde e combater o vírus, 13 participantes ou “concordaram” ou “concordaram completamente”, ou seja, aproximadamente, 68%. Sobre a *efetividade*, tanto do jogo em si como da *mecânica de controle* em particular, na média, cerca de 61% dos jogadores, isto é, entre 11 a 12, “concordaram” ou “concordaram completamente” que foi efetivo. Segundo a experiência reportada por 16 participantes, o item *Arte & Design* do jogo agradou bastante, totalizando 84%. Mais ainda, os jogadores manifestaram, em sua maioria (17 destes, aproximadamente, 90%), que a *Trilha Musical & Efeitos Sonoros* escolhidos colaboraram positivamente para o sentimento de imersão no jogo. Por outro lado, 9 participantes (isto é, menos da metade do total ou 47%) externaram estar de acordo que as *animações* produzidas estimularam a atenção, durante o jogo. Ainda, no mesmo quesito, a mesma quantidade de participantes se mostrou indiferente, escolhendo a opção

“Nem discordo, nem concordo”. Muito provavelmente, este comportamento foi decorrente do surgimento de inimigos no mesmo ponto onde estava localizado o jogador, causando a sua morte súbita. Ao contrário do que se esperava, percebeu-se que essa calibragem do comportamento do inimigo no jogo (reforçando a necessidade de cuidado e atenção redobrados do jogador) não gerou uma experiência positiva. Provavelmente, também impactou na percepção de *facilidade de uso* e *engajamento*, já que somente 9 participantes se posicionaram positivamente quanto a esses itens (também 47%). Em suma, passar de nível foi um desejo de todos, porém, muito difícil de ser atingido pelos jogadores, já que o jogador, a qualquer momento, mesmo gerenciando os seus recursos corretamente, poderia eventualmente ser atingido de forma inesperada pelo vírus, devido à sua proliferação desenfreada. Mesmo assim, 53% do total (10 participantes) afirmou ter se *divertido* ao jogar *Viral.izo*. Referente ao questionamento se a *satisfação geral* tinha sido positiva, 14 participantes “concordaram” ou “concordaram completamente”, representando cerca de 74% dos participantes.

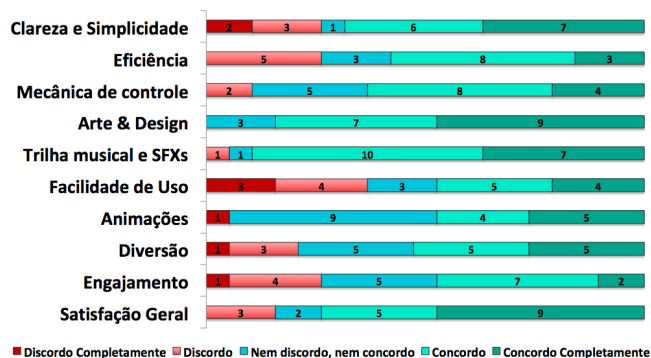


Fig. 10. Avaliação subjetiva dos participantes.

Além disso, o formulário possibilitou também que os usuários fizessem críticas ou sugestões de melhoria ao jogo. Nesse sentido, as impressões qualitativas manifestadas pelos participantes foram muito enriquecedoras, estimulando os autores a realizarem novas otimizações no jogo.

Dentre os principais comentários, os participantes elogiaram *Viral.izo*, particularmente, sob os aspectos educativo, de gerência de recursos contra a proliferação desenfreada do vírus, estético (visual e sonoro), clareza e simplicidade das instruções e da mecânica de controle, bem como da qualidade da modelagem do jogo em geral.

Por outro lado, a grande maioria dos participantes criticou a lógica aleatória de surgimento dos vírus, a qual, intencionalmente, não oferecia segurança ao jogador. Conforme mencionado anteriormente, inimigos de tamanho grande poderiam surgir na mesma posição em que estava posicionado o jogador, fazendo com que este imediatamente perdesse a partida, segundo os participantes, de forma “injusta e traiçoeira”. Na realidade, a ideia era simular o fator ainda desconhecido de imprevisibilidade do ataque do vírus, que acabou causando frustração em alguns jogadores. Também

se queixaram da ausência de informação, em tempo de jogo, sobre o desempenho do jogador durante a partida (se estava ganhando ou perdendo, além da exibição visual do tamanho da nuvem de anticorpos, que aumentava à medida que avançava nos níveis do jogo). Um outro aspecto comentado pelos participantes foi também em relação à nuvem de anticorpos que, ao aumentar de tamanho, não variava a sua velocidade de forma proporcional, fazendo com que a sua mobilidade parecesse mais lenta. Adicionalmente, alguns sugeriram que os *power-ups* escalassem juntamente com a nuvem de anticorpos para valorizar a visibilidade dos elementos do mapa do jogo, reportando dificuldades sobre as ações a serem feitas para vencer o jogo, devido à existência de muitos itens diferentes no mapa. Em particular, a importância da coleta das duas vacinas, segundo alguns participantes, poderia ter sido melhor destacada. Finalmente, sob o aspecto do *design ingame*, no momento de exibição da história contextualizadora do jogo (Fig. 2), alguns jogadores sentiram falta de um botão com a opção de “avançar”, principalmente recomendado para quem desejasse jogar *Viral.izo* novamente.

VI. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou *Viral.izo*, um jogo educativo focado em estimular iniciativas em prol da saúde mundial contra a COVID-19, através do gerenciamento preciso de recursos contra a proliferação desenfreada do vírus e seus malefícios.

Dentre suas funcionalidades, a mais desafiadora de modelar foi o sistema de gerenciamento de recursos gráficos. Além do surgimento aleatório e imprevisível dos inimigos, também contemplou a ocorrência de uma quantidade significativa de itens de proteção pessoal de combate ao vírus, espalhados e disponíveis nos mapas do jogo (em nível de cidade, estado, país e mundo) e consequente aumento do tamanho da nuvem de anticorpos e da precisão de controle da sua mobilidade. Adicionalmente, avaliações qualitativas também foram conduzidas, mostrando que *Viral.izo* é capaz de educar enquanto desafia o jogador.

Como trabalhos futuros, planeja-se revisar *Viral.izo* de acordo com as sugestões e críticas tecidas pelos participantes para melhorar a qualidade da experiência do jogador. Outras possibilidades de extensão incluem o *design* de mini-games diversos sintonizados à estética visual atual. Estes estariam disponíveis nos pontos turísticos e focariam em atividades educativas. Em particular, na forma de *Quiz* variados sobre iniciativas contra a proliferação do vírus da COVID-19, acompanhados de ações do tipo *Drag & Drop*, estimulando uma maior interatividade. Adicionalmente, prevê-se também o desenvolvimento de esquemas de pontuação e *ranking*, para reconhecimento e bonificação dos jogadores com desempenho mais competitivo. Considerando que o jogador é esteticamente representado pela nuvem de anticorpos, outra possibilidade seria transitar pelos pontos turísticos dos mapas (pontos de aglomeração), derrotando um número significativo de inimigos, revertendo essa ação em conquistas exclusivas para o jogador. Complementando, uma “lojinha” poderia ser implementada entre as fases do jogo, onde o jogador poderia investir os

pontos já conquistados, comprando melhorias para a nuvem de anticorpos (aumento da velocidade, aumento do tamanho e, até mesmo, ganho de uma outra vida extra). Pontos e conquistas poderiam também ser usados para adquirir *skins* e/ou outros acessórios. Por fim, a sinopse original *ingame* apresentada neste trabalho para a abertura do *Viral.izo*, por intermédio de novas regras a serem criadas, poderia ser estendida para outros níveis do jogo. A ideia seria poder teletransportar a nuvem de anticorpos de volta para o laboratório do cientista (por exemplo, quando em face de sérios danos ou de necessidade de reprogramação) para recuperar a sua saúde, antes de mandá-la de volta ao mundo para salvar vidas. Efeitos especiais específicos poderiam ainda ser inseridos quando a nuvem de anticorpos atingisse o último nível do jogo, ilustrando algumas dificuldades de enfrentamento das distâncias continentais e das ondas oceânicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todas as pessoas que colaboraram participando nos testes de experiência de jogo e usabilidade, bem como à UNIFOR (Ed. DPDI 79/2020) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] H. Zhu, L. Wei, and P. Niu, “The novel coronavirus outbreak in Wuhan, China,” *Global Health Research and Policy*, vol. 5, no. 1, pp. 1–3, 2020.
- [2] Worldometers, “COVID-19 Coronavirus Pandemic,” <https://www.worldometers.info/coronavirus/>, 2021, acesso: 15/07/2021.
- [3] T. R. C. de Oliveira, I. V. Beleza, M. A. F. Rodrigues, and G. B. da Silva Júnior, “Um jogo para a promoção do uso de máscaras e controle de aglomerações em ambientes externos,” in *SBC — Proceedings of SBGames 2020*, 2020, pp. 1022–1029.
- [4] W. H. Organization, “WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard,” <https://covid19.who.int/>, 2021.
- [5] UNESCO, <https://bit.ly/3eMpvSN>, 2021, acesso: 15/07/2021.
- [6] Facens, Liga, and Newton, “Heróis da Pandemia,” <https://heroisdapandemia.com.br/>, 2020.
- [7] J. Andrade, “Virus Combat: Brasileiro cria game para evitar propagação da COVID-19,” <https://bit.ly/3dTdMI0>, 2020.
- [8] S. Sallum, “CoronaGame: combate à pandemia em jogo virtual,” <https://bit.ly/3AE0geM>, acesso: 27/06/2021.
- [9] T. e Alto Paranaíba, “Jogo Prevenção Coronavírus é criado em Uberaba para conscientizar crianças,” <https://glo.bo/3ytqYEI>, 2020.
- [10] J. R. Weber, “Victor Gabriel, o menino de 11 anos que criou game para combater o coronavírus e venceu competição nacional,” GHZ Porto Alegre: <https://bit.ly/2V82jar>, 2020.
- [11] T. R. Campos and D. K. Ramos, “Conteúdo científico e jogabilidade do Plague Inc.: um jogo digital sobre pandemias,” in *Anais do CIET: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias— Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância*, 2020.
- [12] A. S. M. Venigalla, D. Vagavolu, and S. Chimalakonda, “SurviveCovid-19 - A Game for Improving Awareness of Social Distancing and Health Measures for COVID-19 Pandemic,” 2020.
- [13] C. T. Machado and A. A. Carvalho, “Avaliação do *serious game Immuno Rush* sobre imunologia,” *RENOTE*, vol. 16, no. 1, 2018.
- [14] C. Lindsey, “Agar.io: The game’s in the name,” *Games and Culture*, vol. 14, no. 2, pp. 154–169, 2019.
- [15] N. S. Ansó, A. O. Wiehe, M. M. Drugan, and M. A. Wiering, “Deep Reinforcement Learning for Pellet Eating in Agar.io.” in *ICAART (2)*, 2019, pp. 123–133.
- [16] Creazilla, “Machu Picchu,” <https://creazilla.com/nodes/840314-machupicchu-clipart>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [17] —, “Chichen Itza,” <https://creazilla.com/nodes/63364-chichen-itza-clipart>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [18] —, “Golden Gate Bridge,” <https://creazilla.com/nodes/13615-golden-gate-bridge-clipart>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [19] —, “Statue of Liberty,” <https://creazilla.com/nodes/33701-statue-of-liberty-clipart>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [20] —, “Big Ben,” <https://creazilla.com/nodes/11921-big-ben-clipart>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [21] —, “Coliseu de Roma,” <https://bit.ly/36UkYJA>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [22] —, “Eiffel Tower,” <https://creazilla.com/nodes/67566-eiffel-tower-clipart>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [23] —, “Catedral de São Basílico,” <https://www.wannapik.com/vectors/1831>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [24] —, “Petra,” <https://www.svgrepo.com/svg/129214/petra>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [25] —, “Taj Mahal,” <https://bit.ly/3kM6dAS>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [26] —, “Muralha da China,” <https://bit.ly/2V9Huvy>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [27] T. do Parque, “Beach Park,” <https://bit.ly/2Ugvx7d>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [28] Seeklogo, “Elevador Lacerda,” <https://bit.ly/36QmYTc>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [29] Flaticon, “Congresso Nacional do Brasil,” <https://bit.ly/3zrGn94>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [30] Icons8, “Cristo Redentor,” <https://bit.ly/3kTh4Zs>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [31] B. Carrero, “Beto Carrero,” <https://www.betocarrero.com.br/>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [32] Eucalyp, “Flaticon,” <https://www.flaticon.com/br/autores/eucalyp>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [33] Freepik, “Freepik,” <https://br.freepik.com/>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [34] Smashicons, “Smashicons,” <https://smashicons.com/>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [35] UNIFOR. 15 leitos de UTI da Covid-19 no IJF serão monitorados por Inteligência Artificial. G1 - Globo. 31-08-2020 . [Online]. Available: <https://glo.bo/2WbJbcj>
- [36] Unity. (2020). [Online]. Available: <https://docs.unity.com/Manual/>
- [37] D. V. de Macedo and M. A. Formico Rodrigues, “Experiences with rapid mobile game development using Unity engine,” *Computers in Entertainment*, vol. 9, no. 3, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2027456.2027460>
- [38] R. D. S. Rocha, M. A. F. Rodrigues, and L. D. S. Taddeo, “Performance evaluation of a hybrid algorithm for collision detection in crowded interactive environments,” in *2006 19th Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing*. IEEE, 2006, pp. 86–93.
- [39] C. Moe, “A heart made of pixels,” 2021, acesso: 10/04/2021. [Online]. Available: <https://www.epidemicsound.com/track/kJSvE4jY5f/>
- [40] R. Coasta, “Nintendo Revolution,” 2021, acesso: 10/04/2021. [Online]. Available: <https://www.epidemicsound.com/track/KGzSpekSiu/>
- [41] Fupicat, “Videogame menu select,” <https://freesound.org/people/Fupicat/sounds/471937/>, 2021, acesso: 10/04/2021.
- [42] EVRetro, “8-bit event sound effects,” 2021, acesso: 10/04/2021. [Online]. Available: <https://freesound.org/people/EVRetro/sounds/535841/>
- [43] Cabled_mess, “Lose_c_04,” 2021, acesso: 10/04/2021. [Online]. Available: https://freesound.org/people/cabled_mess/sounds/350988/
- [44] Mativve, “Electro win sound,” 2021, acesso: 10/04/2021. [Online]. Available: <https://freesound.org/people/Mativve/sounds/391539/>
- [45] J. Nielsen and T. K. Landauer, “A mathematical model of the finding of usability problems,” in *Proceedings of the INTERACT’93 and CHI’93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1993, pp. 206–213.