

# Jogos Sérios e Elementos de Jogos na Promoção de Engajamento em Contextos de Telerreabilitação de Pacientes

Carlos Henrique Rorato Souza  
*Instituto de Informática*  
*Universidade Federal de Goiás*  
Goiânia, Brasil  
carlossouza@inf.ufg.br

Daniel Machado de Oliveira  
*Instituto de Informática*  
*Universidade Federal de Goiás*  
Goiânia, Brasil  
danielmachado@inf.ufg.br

Luciana de Oliveira Berretta  
*Instituto de Informática*  
*Universidade Federal de Goiás*  
Goiânia, Brasil  
luciana@inf.ufg.br

Sérgio Teixeira de Carvalho  
*Instituto de Informática*  
*Universidade Federal de Goiás*  
Goiânia, Brasil  
sergio@inf.ufg.br

**Resumo**—Games have several applications in contexts that do not just involve entertainment. In contexts of telerehabilitation of patients, the engagement promoted by the elements that surround the universe of games can be used to motivate the patient to perform exercises that are often considered boring and repetitive. In this sense, this work presents the development details of a distributed exergame that aims to help the telerehabilitation sessions, improving the engagement in the patient. It was built on Unreal Engine 4 game engine. The steps involved in the construction process are detailed, as well as the use of game elements to promote a greater engagement in the patient/player. An evaluation process using the Delphi Method helped validating the game's effectiveness.

**Palavras-chave**—jogos sérios, reabilitação, telerreabilitação, elementos de jogos, engajamento

## I. INTRODUÇÃO

Os jogos trazem, por suas características e ludicidade, muitas possibilidades para aplicações. Em contextos de reabilitação, as abordagens que fazem uso de jogos são utilizadas por serem capazes de despertar o engajamento e a motivação do paciente, trazendo uma dimensão de entretenimento para as atividades que seriam cansativas e repetitivas [1].

Ao serem considerados cenários onde a reabilitação acontece de forma remota, mediada por meios de comunicação (a chamada *Telerreabilitação* [2]), alguns problemas que já são notados nos processos convencionais de terapia, como a disponibilidade do tratamento, a presença e atuação ativa do fisioterapeuta na atividade, e ainda o engajamento do paciente [3]–[6], são intensificados. As abordagens com jogos e o uso de alguns de seus elementos e funcionalidades específicas têm mostrado benefícios e boa aceitação [1] no sentido de atenuar estas dificuldades [7].

Dessa forma, o presente artigo visa apresentar o processo de desenvolvimento de um *exergame* (jogo sério para moti-

var a realização de exercícios físicos) que, a partir de uma arquitetura distribuída envolvendo tempo real, possa se tornar uma possibilidade para o suporte à realização de sessões de telerreabilitação que utilizem o cicloergômetro como aparelho nas sessões [8]. Este aparelho é uma bicicleta de cabeceira, por meio da qual o paciente pode exercitar seus membros superiores e inferiores [9]. Ele é utilizado em casos de disfunções musculares, causadas por inatividade física (em cenários de pós-operatórios ou de recuperação em Unidades de Terapia Intensiva - como é o caso dos pacientes pós-COVID-19), pela ocorrência de um Acidente Vascular Cerebral (AVC) ou ainda problemas cardiorrespiratórios.

O *exergame* foi desenvolvido de forma que o paciente e o fisioterapeuta, ainda que de forma remota (os dois em ambientes diferentes), possam interagir de forma a permitir a realização da sessão de fisioterapia. Ele apresenta um personagem que se movimenta a partir das pedaladas do paciente no cicloergômetro. No formato *endless runner* (corrida infinita), ele apresenta objetos que o jogador deve coletar, além de obstáculos dos quais ele deverá desviar-se. O objetivo é coletar o máximo de objetos no tempo definido pelo fisioterapeuta e pedalando na velocidade estipulada.

Neste trabalho, são tratadas as etapas e processos envolvidos na criação do jogo, desenvolvido dentro do motor Unreal Engine 4, uma *engine* amplamente utilizada na construção de jogos [10]–[12]. São descritos os processos de modelagem 3D e animação dos elementos, a construção arquitetural do jogo e os desafios no processo de implementação. Além disso, o jogo passou por uma etapa de avaliação com fisioterapeutas, fazendo uso do Método Delphi [13]–[17], reconhecido e bastante utilizado na área da saúde. De maneira geral, o jogo foi avaliado positivamente e os resultados apontam para o consenso sobre sua eficácia.

Este artigo está organizado em outras seis seções, além desta

introdução. A Seção 2 apresenta alguns conceitos envolvidos na construção do jogo e a Seção 3 os trabalhos relacionados. A Seção 4 traz uma visão geral sobre funcionamento do *exergame* e a Seção 5, por sua vez, apresenta o processo de desenvolvimento do jogo na Unreal Engine 4. A partir disso, a Seção 6 traz informações acerca do processo de avaliação do jogo, por meio do Método Delphi. Por fim, a Seção 7 apresenta os apontamentos finais e indica horizontes a partir das constatações feitas ao longo do processo.

## II. JOGOS, ENGAJAMENTO E JOGOS SÉRIOS

Em um horizonte amplo, é possível depreender que os jogos são tipos de atividades caracterizadas por possuir uma ludicidade capaz de envolver o jogador, a partir de reações emocionais [18].

Huizinga descreve os recursos envolvidos em um jogo como uma espécie de “círculo mágico”, onde o jogador, envolto em um “ar de mistério”, se ausenta do mundo “real”, fazendo com que a noção de espaço e tempo da vida cotidiana seja esquecida enquanto se está participando da experiência [19]. Ao adentrar neste círculo de fantasia, cartase, imersão e desafio, ele encontra um mundo diferente ao da sua realidade (de medo, incertezas e problemas), concebe experiências emocionalmente significativas, que ele levará consigo mesmo após sair do círculo.

O conceito da psicologia que define o estado do indivíduo imerso na realidade de um jogo é chamado de “estado de flow”, caracterizado por uma sensação alterada do tempo e perda da autoconsciência [20], engajando o jogador a realizar ações e viabilizando experiências significativas pessoais. Sendo assim, definimos o engajamento como envolvimento profundo do jogador que está em um “estado de flow”, ou seja, imerso no universo do jogo [18], [19], [21], [22].

Um jogo precisa apresentar determinadas características, sendo as principais: presença de jogadores, objetivo, regras e procedimentos bem definidos, um conflito que envolve a ação dos jogadores juntamente com os recursos disponíveis para realizar estas ações, assim como limitações e resultados das ações dos jogadores [23].

Os recursos utilizados no desenvolvimento do jogo usados para concretizar essas características são chamados de elementos de jogos [24]. Eles podem ser classificados em dinâmicas de jogo, mecânicas de jogo ou ainda componentes do jogo [25].

Os elementos de dinâmicas de jogo são determinados pelas emoções estimuladas nos jogadores, pela narrativa que confere propósito às ações do jogador, pela progressão das ações no jogo, pelas interações entre jogadores, pelas restrições que delimitam o jogo ou ainda pela simulação de avanço dentro da narrativa [25], [26].

Sobre os elementos de mecânica de jogos, têm-se a coleta de recursos (itens ou objetos); a presença de feedback, mostrando as reações e respostas do progresso do jogador; elementos de “chance” que respondem às ações dos jogadores com surpresas; mecanismos de cooperação e competição; os desafios, que são objetivos definidos e atuam de forma direta na dificuldade

da atividade; recompensa ao jogador pelas suas conquistas; e por fim, a vitória, quando o jogador chega ao final, após ter cumprido de forma satisfatória os desafios [25], [26].

Por fim, dentre os elementos de componentes de jogo podem ser citados a presença de um avatar, conquistas, emblemas e medalhas, missões (atividades específicas), divisão do jogo em níveis, pontuação e ranqueamento, a possibilidade de se jogar em times (vários jogadores cooperando para realizar a mesma conquista) ou em combates (jogadores competindo entre si) e a possibilidade de interagir com amigos dentro do jogo [25], [26].

A combinação entre os elementos de dinâmicas, mecânicas e componentes constrói a experiência do jogo, em conjunto com todas as suas características próprias e os níveis de dificuldade.

Com base nisso, é possível apresentar o conceito de jogos sérios, sendo esta uma categoria de jogos que são construídos com finalidades que vão além do entretenimento, mesmo que também apresentem todas as características inerentes aos jogos [27], [28].

Os jogos sérios são capazes de criar um contexto favorável ao treinamento e outros tipos de experiências [29], proporcionando a realização de atividades, exercícios ou simulações de atividades práticas de forma lúdica, engajadora e atraente. Isso promove o desenvolvimento das mais diversas habilidades, assim como o aprendizado e a assimilação de conhecimentos a partir da prática [30]. Neste âmbito, são chamados de *exergames* os jogos sérios que têm como objetivo incentivar o jogador a realizar exercícios físicos, trazendo consigo as vantagens e pormenores já mencionados. Se trata, então, de uma terminologia e não de um outro conceito [31].

## III. TRABALHOS RELACIONADOS

Vários projetos têm abordado a temática do uso de *exergames* como geradores de engajamento e motivação no processo de reabilitação ou de telerreabilitação. Os trabalhos apresentados a seguir foram selecionados a partir da Revisão Sistemática da Literatura realizada neste projeto [7]. Dos 93 estudos selecionados durante a revisão, estão dispostos nesta seção aqueles que embasam de maneira mais forte o projeto em questão.

Em primeiro lugar, [31], [32] (Trabalho A), é o projeto do qual a presente pesquisa é continuidade direta. Trata-se de um projeto que envolve a criação de um jogo para tornar menos enfadonha a reabilitação de pacientes que apresentam distrofias musculares devido a longos períodos de internação e precisam realizar longas sessões com o cicloergômetro. O jogo apresenta um personagem que se movimenta de acordo com as pedaladas do paciente. O fisioterapeuta está fisicamente junto ao paciente durante a realização da atividade, monitorando na tela do jogo os dados vitais e o desempenho geral. Ao final da sessão, um gráfico mostra a oscilação de batimentos cardíacos e oxigenação do sangue ao longo do tempo da sessão.

O projeto [33] (Trabalho B) apresenta um jogo construído em realidade virtual, em que o usuário é levado a uma cidade onde uma série de atividades são propostas visando a realização de exercícios, como fazer compras em uma feira da

cidade ou comprar CDs em uma loja. A ferramenta é voltada para problemas relacionados à terapia ocupacional em idosos que passam muito tempo imobilizados ou com pouca mobilidade. O jogo não contempla o contexto de telerreabilitação, mas desenvolve questões sobre a reabilitação em ambientes domésticos. Os autores pretendem despertar o engajamento nas atividades por meio do estabelecimento de metas e objetivos a serem cumpridos. Para que a dificuldade não desestimule o usuário, algumas dicas são dadas nos passos iniciais. O paciente interage com a aplicação a partir do Oculus Rift<sup>1</sup> e de um “pedalboard”, uma espécie de cicloergômetro.

Migrando para o contexto de reabilitação de problemas motores em sobreviventes de Acidentes Vasculares Cerebrais (AVCs), o trabalho [34] (Trabalho C) propõe o uso de um método para aprimorar o engajamento do paciente de reabilitação baseado em uma otimização *Human-in-the-loop* (HILO). Um *exergame* é apresentado para demonstrar o método, usando uma bicicleta ergométrica e sensores de eletroencefalografia (EEG). O engajamento é promovido graças aos níveis de dificuldade dos exercícios de treinamento, que podem ser otimizados continuamente para corresponder bem à capacidade motora atual e estado fisiológico do sujeito. Embora o paciente utilize uma bicicleta ergométrica para controlar o avatar virtual, a velocidade do personagem é calculada a partir do sensor de EEG. O objetivo é pedalar e manter-se na curva referencial de velocidade, que pode ser modificada a depender da atividade selecionada.

Ainda sobre problemas motores, o próximo trabalho [35] (Trabalho D) apresenta uma alternativa versátil para diversos tipos de reabilitação motora. Ele propõe a construção de um sistema baseado em jogos que seja personalizável e adaptativo. A ideia é permitir que o paciente faça os exercícios com a ajuda de assistentes virtuais (chamados “*rehab bots*”), mostrados nas cenas do jogo para guiar o paciente durante a realização dos conjuntos de gestos. O paciente interage com o jogo por meio de gestos reconhecidos pelo sensor Kinect. O fisioterapeuta possui uma interface que, além de consultar o histórico de atividades do paciente, também pode criar ou customizar exercícios nela. Ainda neste projeto, o grau de engajamento está relacionado com a dificuldade dos gestos exigidos, que são calculados e ajustados automaticamente pelo jogo.

Por fim, o trabalho [36] (Trabalho E) propõe um *exergame* para a reabilitação de pacientes que apresentam disfunções motoras causadas por AVCs. No jogo, o paciente deve pedalar tentando acompanhar e permanecer ao lado de um outro avatar que aparece na tela. Sua velocidade é calculada a partir de suas pedaladas e de sua atenção ao exercício. Embora utilize uma bicicleta ergométrica para interagir com o jogo, o paciente tem os dados sobre as pedaladas e velocidade coletados a partir de um sensor goniômetro<sup>2</sup> preso ao joelho do paciente. Um

equipamento de eletroencefalograma captura os dados sobre a atenção do paciente ao exercício. A motivação do paciente é promovida também por meio de ajustes na dificuldade da atividade realizada: o avatar que o personagem deve seguir é ajustado com base nos níveis de atenção e pedaladas obtidos.

Em relação à proposta apresentada no presente trabalho, é importante que ela seja posicionada frente aos projetos comentados. Em relação ao trabalho A, que é o projeto que traz maiores similaridades, tem-se que o problema abordado foi estendido, dado o novo desenho arquitetural da solução e a nova hipótese de pesquisa que tem por base este desenho: o *exergame* é agora distribuído (*multiplayer*) e os atores (paciente e fisioterapeuta) estão em dois lugares distintos. Por outro lado, a adição de outros elementos de jogos (como obstáculos e objetos coletáveis, além da criação de metas e objetivos a serem atingidos) visa aumentar o engajamento dos pacientes na atividade.

Tendo em vista os outros trabalhos, a proposta mostra algumas similaridades em meio a contrastes. De forma semelhante aos trabalhos B, C e E, o cicloergômetro é o aparelho utilizado para interação entre o paciente e o jogo. Entretanto, enquanto estes trabalhos utilizam sistemas auxiliares de alto custo, como o aparelho de EEG, este projeto traz uma abordagem que visa complementar os dados vindos do cicloergômetro com sensores de baixo custo e que são de fácil utilização por parte do paciente: o sensor de batimentos cardíacos e oxigenação sanguínea, que é facilmente encaixado em algum de seus dedos. Ao apresentar uma proposta com menos aparelhos, busca-se a facilidade de uso e praticidade.

Em relação ao engajamento, a proposta deste projeto apresenta, a exemplo dos demais trabalhos, metas e objetivos, bem como a possibilidade de configuração do nível de dificuldade do exercício. Essa configuração pode ser feita antes do início da sessão e pode ser modificada a qualquer momento pelo fisioterapeuta. Entretanto, diferentemente de todos, a interação com o fisioterapeuta se dá mais ativamente: o fisioterapeuta pode ver, conversar, acompanhar, configurar e “participar” da atividade com o paciente, caso deseje. Portanto, diferentemente dos demais, essa relação entre os dois atores pode se dar na forma de uma interação direta e ativa, aumentando o engajamento e a motivação do paciente em realizar a atividade.

#### IV. EXERGAME - VISÃO GERAL

De maneira geral, o *exergame* construído visa possibilitar, através de uma arquitetura distribuída, a realização de sessões de telerreabilitação com o cicloergômetro, o qual é transformado em um “joystick” de baixo custo (Fig. 1), por meio do acoplamento de sensores para a captura de dados vitais (batimentos cardíacos e oxigenação do sangue) e pedaladas do paciente (interruptor magnético dentro do cicloergômetro) [37]. Uma placa Arduino integra os sensores, serializa uma tupla JSON com as informações que advêm deles e envia esta tupla via porta serial para o *exergame*.

O jogo, cuja construção é baseada no modelo *endless*

<sup>1</sup><https://www.oculus.com/rift/>

<sup>2</sup>O goniômetro ou sensor angular é uma espécie de sensor composto por dois componentes unidos por um cabo. Um componente é fixado imediatamente antes da articulação e o outro imediatamente depois. Conseguem medir a angulação de abertura da articulação.



Fig. 1. Cicloergômetro adaptado para o projeto.

runner<sup>3</sup>, apresenta ao paciente um avatar com uma bicicleta, controlado pelas suas pedaladas no cicloergômetro e por um joystick auxiliar que permite mais movimentos (deslocamentos laterais e rotações). Seus dados vitais e outras informações são mostradas na tela (Fig. 2). O objetivo é coletar a maior quantidade possível de moedas que aparecem ao longo da pista, desviando dos obstáculos, dentro do tempo estipulado pelo fisioterapeuta. A atividade é configurada previamente pelo profissional de saúde, que informa os parâmetros esperados para o desempenho do paciente, podendo modificá-los ao longo da atividade. Os dados são mostrados em tempo real na interface do profissional de saúde, por meio de tecnologias de sistemas de tempo real. Além disso, a solução comporta a interação com uma plataforma para a comunicação verbal entre os dois atores, por meio de recursos de realização de videochamadas.

No quesito interação entre paciente e fisioterapeuta, o *exergame* é pensado de forma a permitir que o fisioterapeuta, além de acompanhar os dados dos sensores em tempo real, gere relatórios de acompanhamento e configure a atividade de forma dinâmica (em tempo de execução), e possa interagir no ambiente do jogo junto ao paciente, participando com ele da atividade (Fig. 3). Se o profissional da saúde assim desejar, pode ter seu próprio avatar e “pedalar” ao lado de seu paciente, usando, para isso, os controles do teclado (ele pode controlar a própria velocidade, além dos deslocamentos laterais e rotações). Assim, os dois “correm” lado a lado. Isso permite, dentre outras coisas, que o fisioterapeuta controle a realização da atividade de outras formas mais “amigáveis” e informais, além de simplesmente configurar limites. Se ele deseja, por exemplo, que o paciente diminua sua velocidade, ele pode movimentar mais lentamente seu próprio avatar, pedindo que o paciente o acompanhe. Essa participação aumenta ainda mais o vínculo e a motivação do paciente com a atividade e com o tratamento [3].

Durante a atividade, é constante a exibição dos dados dos sensores na tela, sendo que um alerta é emitido se estes fogem à faixa inicialmente estipulada. Ao fim da sessão, é

<sup>3</sup>Um vídeo que apresenta o funcionamento do *exergame* pode ser visto em <https://youtu.be/nd3HzcEvhcc>.

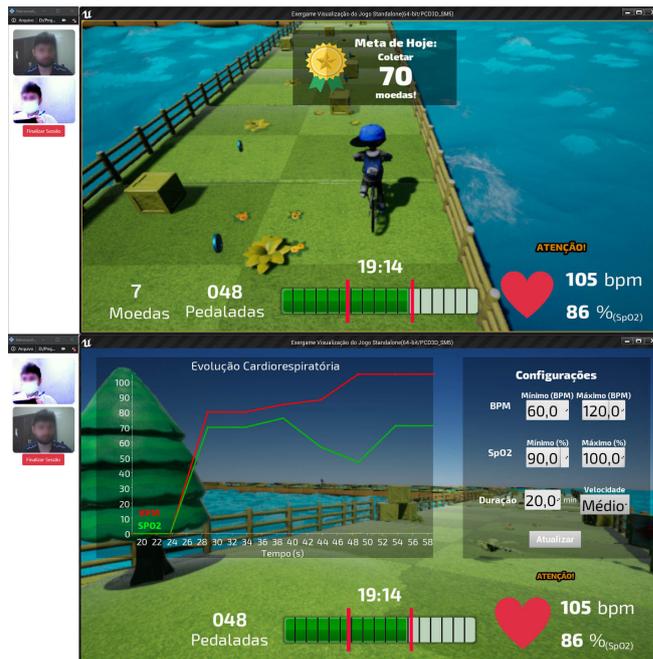


Fig. 2. Telas do jogo: paciente (acima) e fisioterapeuta (abaixo).



Fig. 3. Tela do fisioterapeuta em modo “Jogador”.

apresentada, tanto para o paciente quanto para o fisioterapeuta, a tela com o gráfico de desempenho final, a partir do qual o profissional de saúde pode avaliar o paciente clinicamente, observando a evolução da frequência cardíaca e oximetria durante o tempo de atividade. Estes dados são armazenados e apresentados ao fisioterapeuta também em forma de um relatório de acompanhamento geral (histórico), mostrando, dessa forma, o desenvolvimento geral do paciente no decorrer das sessões.

## V. EXERGAME - DETALHES DO DESENVOLVIMENTO

### A. Motor de Jogos e Arquitetura

Para a implementação do *exergame*, optou-se pela utilização da Unreal Engine 4<sup>4</sup>, por ser um difundido motor de jogos e que apresenta algumas das ferramentas e recursos que se

<sup>4</sup><https://www.unrealengine.com/en-US/>

destacam no mercado [10], inclusive em relação às arquiteturas *multiplayer*, utilizadas neste projeto, dado que o fisioterapeuta e o paciente estão em ambientes distintos. A Unreal apresenta um bom desempenho, além de ferramentas que possibilitam um desenvolvimento menos dispendioso de tempo e resultados de boa qualidade, dispondo também de diversas opções de otimização para que a comunicação entre clientes e servidor seja fluida [10]–[12].

O jogo foi desenvolvido a partir de uma arquitetura distribuída, interpretada dentro do motor de jogos como sendo *multiplayer*, sendo cada ator (paciente ou fisioterapeuta) um *player*, ainda que desempenhando diferentes funções. Para isso, a Unreal implementa uma arquitetura cliente-servidor. O servidor pode ser executado de forma vinculada a um dos *players* ou pode ainda ser executado de forma dedicada [38]. O projeto tem em vista a execução do servidor vinculada ao *player* do Paciente. A comunicação acontece através do armazenamento de conjuntos de variáveis (denominados de Estados de Jogo) e da solicitação destes entre os clientes e o servidor.

A configuração da atividade é exemplo de como este processo ocorre dentro do motor de jogos. Ela é realizada tanto pelo Paciente quanto pelo Fisioterapeuta, ainda que configurem funcionalidades distintas. O Paciente precisa indicar a porta serial por onde está conectado o cicloergômetro e o Fisioterapeuta, por sua vez, faz a configuração dos parâmetros da atividade, como a velocidade esperada, a duração e valores de mínimo e máximo esperados em relação à frequência cardíaca e saturação de oxigênio do sangue. Cada qual altera as variáveis do Estado do Jogo no servidor associadas aos ajustes feitos, e, quando a atividade é iniciada, os dois solicitam do servidor a configuração feita pelo outro.

Fazendo um adendo sobre esta etapa, tem-se que são permitidos ainda outros ajustes que buscam conferir um grau maior de personalização à atividade, fazendo com que a sessão seja concebida “sob medida”, dentro das necessidades de cada paciente. Neste sentido, o Fisioterapeuta pode configurar a presença ou ausência de obstáculos (dos quais o paciente deverá desviar) ou de moedas (objetos que o paciente deverá coletar). Ele pode ainda escolher como prefere participar da experiência, seja como espectador (sem interagir diretamente com o jogo, apenas visualizando as informações) ou como jogador, isto é, participando da atividade ao lado do paciente.

A todo tempo ele pode alterar algumas das configurações feitas no início, caso julgue necessário. Ele pode alterar os valores de mínimo e máximo dos batimentos cardíacos, oxigenação do sangue, além da duração da atividade e da velocidade esperada. Esta última configuração, além de permitir maior personalização da atividade, contribui ainda para o aumento ou diminuição da dificuldade do jogo, potencializando, assim, o engajamento do paciente. Neste caso, as variáveis do Estado do Jogo do servidor são novamente modificadas e o Paciente, quando verifica que houve modificações (através de uma variável de controle no servidor), faz a atualização dos valores.

Durante a atividade, os dados dos sensores oriundos da tupla

JSON enviada pelo Arduino via porta serial são desserializados e armazenados em variáveis dentro do *player* Paciente. Depois, são conduzidos ao servidor e estarão disponíveis ao *player* Fisioterapeuta, que solicitará o acesso. Por outro lado, os dados da configuração do *exergame*, fornecidos pelo Fisioterapeuta, são conduzidos também ao servidor e o Paciente, por sua vez, fará a solicitação antes do início da atividade ou quando estas configurações forem alteradas.

### B. Modelagem 3D, Elementos de Jogos e Interação

Alguns dos modelos 3D foram desenvolvidos com o auxílio do software Autodesk 3D Studio Max<sup>5</sup>, onde foram realizadas as etapas de modelagem 3D, texturização, assimilação de esqueleto (*rigging*) e desenvolvimento das animações. Alguns itens do cenário e ainda o personagem principal (Fig. 4) foram modelados dentro deste processo. Outros modelos foram obtidos de forma externa, na UE Marketplace<sup>6</sup>.

Para a construção do movimento do personagem, foram produzidas duas sequências de animações: pedaladas em baixa e em alta velocidade. Assim, é possível mesclar estes dois movimentos, a partir dos recursos de *animation blueprint* e *animation blendspace* (na Unreal Engine), que permitem associar o valor da variável de velocidade do personagem (no intervalo de 0.0 a 1.0) com a execução das animações. Dessa forma, o personagem “pedala” com a velocidade correspondente ao exercício no cicloergômetro. Além da execução da animação, a variável de velocidade do personagem (calculada a partir da velocidade das pedaladas do paciente, capturadas pelo interruptor magnético) é responsável pela movimentação do personagem para frente.

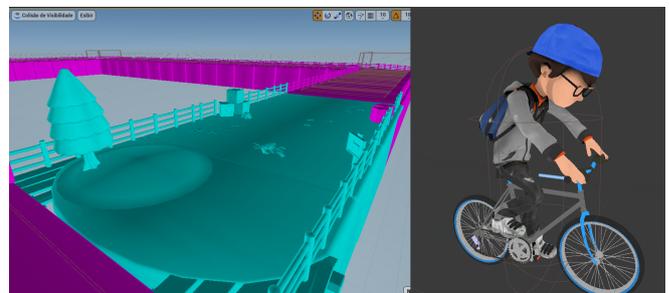


Fig. 4. Cenário e personagem desenvolvidos para o *exergame*.

Além da movimentação frontal, o jogo dispõe de outras possibilidades de controles e movimentos, além das pedaladas com o cicloergômetro. O paciente pode realizar movimentos de deslocamento lateral e rotações, a partir das teclas A-D (deslocamentos laterais - esquerda e direita) e Q-E (rotações - esquerda e direita). Estes controles podem ainda ser realizados por um miniteclado ou também *joystick bluetooth*. O fisioterapeuta, quando escolhe a opção de “jogar junto” com o paciente, pode controlar, além de todos estes comandos, a velocidade do seu avatar com as teclas W-S (aumentar e

<sup>5</sup><https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>

<sup>6</sup><https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/store>

diminuir a velocidade). Assim, o personagem se movimenta à medida em que o paciente interage com o aparelho físico e com os controles.

Em relação à ergonomia do paciente em conjunto com o cicloergômetro adaptado com os sensores e também com o controle extra (miniteclado ou *joystick bluetooth*), tem-se que o projeto foi organizado de forma a permitir a realização das sessões em duas posições principais (aquelas que são, de fato, mais utilizadas na terapia tradicional): com o paciente sentado ou deitado. Um modelo de ergonomia para estas duas possibilidades pode ser observado na Fig. 5.

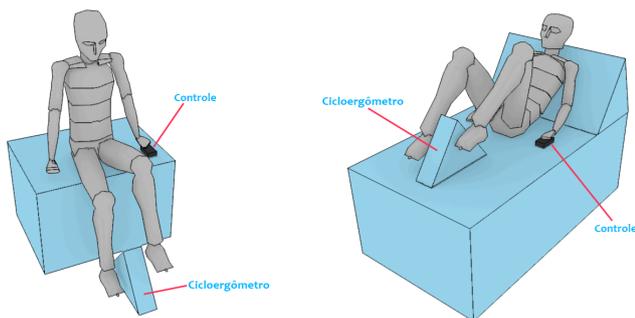


Fig. 5. Posições ergonômicas para a interação com o *exergame*.

Ao interagir fisicamente com estes equipamentos, o paciente faz com que o personagem interaja, dentro do jogo, com o cenário e também com os objetos que estão dispostos ao longo da pista.

Considerando a criação do cenário do jogo, tem-se que este foi pensado como uma espécie de estrada disposta na forma de um trajeto em ciclo, por onde o jogador se desloca e a atividade se desdobra. Foram colocadas duas cercas para evitar problemas de queda do personagem ao mar. Foram também dispostos elementos colidores invisíveis (*box triggers*) junto à cerca, de forma a impedir que o personagem consiga cair de alguma forma. A vegetação, o mar e o vento nas folhagens são elementos que despertam emoções e sensações relacionadas à calma e redução da ansiedade - a partir da semântica das cores, e foram escolhidos no intuito de diminuir a tensão relacionada às dificuldades da terapia. Os tons principais da paleta de cores do jogo são mostrados a seguir e seu significado psicológico e simbólico a partir de Andrade e Evangelista [39]:

- Verde: relaciona-se a juventude, vigor, frescor, esperança e calma;
- Azul: associa-se à lealdade, fidelidade, idealismo e sonho.

Por ser disposto em um ciclo e, por consequência, possuir curvas em seu trajeto, a movimentação do personagem também foi pensada de forma a tornar a jogabilidade mais fluida: as rotações nas curvas da pista são feitas automaticamente a partir de um *box trigger*: quando o personagem colide com este objeto, modifica sua própria rotação. Assim, com um *box* em cada extremidade da curva (Fig. 6), as curvas são realizadas sem que seja necessário qualquer comando.

Além do cenário, o personagem também interage com outras duas categorias de elementos: os objetos coletáveis e os

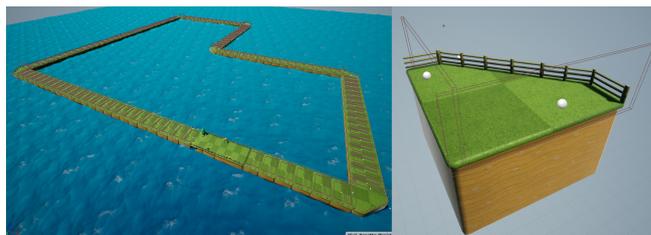


Fig. 6. Estrada cíclica e sistema para curvas.

obstáculos (Fig. 7). Eles são componentes que correspondem aos objetivos e metas do jogo [7]. Os obstáculos, caixotes dispostos no cenário, foram configurados em suas opções de colisão como “*BlockAll*”, ou seja, são objetos que oferecem resistência à passagem do personagem. Quando o personagem colide com algum deles, deverá realizar um desvio, deslocando-se lateralmente para prosseguir o caminho.

Em relação aos objetos coletáveis (que são moedas e ainda objetos bônus que premiam cada volta completada), apresentam colidores que, ao colidirem com o personagem (ação de coletar o objeto), destroem o objeto coletável e alteram o valor da variável responsável por armazenar a pontuação do jogador. Além disso, no início do jogo é estipulada e mostrada ao jogador a meta de coleta de moedas por sessão. Quando a meta é atingida, uma mensagem de congratulação é mostrada, e é acompanhada de *feedback* sonoro.



Fig. 7. Obstáculos e objetos coletáveis.

Uma questão importante para o desenvolvimento do *exergame* foi a geração destes elementos (obstáculos e objetos coletáveis), pois muitas nuances estão envolvidas na relação entre competitividade/ludicidade do jogo e a realização da terapia em si. É necessário considerar que, em determinados cenários, a existência de obstáculos, por exemplo, pode atrapalhar no andamento das sessões. Por isso, optou-se por oferecer a possibilidade de ativar ou desativar a geração destes elementos no painel de configuração inicial do fisioterapeuta. Assim, ele pode escolher a melhor opção, a partir da situação de cada paciente.

Em termos de implementação, dada a natureza do *exergame*, que é distribuído/*multiplayer*, alguns impasses se colocaram.

A simples geração aleatória destes elementos resultava na obtenção de posições diferentes dos obstáculos e dos objetos coletáveis nos dois *players*, dado que essa geração acontecia localmente em cada *player*. Por outro lado, uma geração não-aleatória resultava no mesmo cenário em todas as sessões, trazendo monotonia ao jogo. A solução foi realizar a geração aleatória das posições no servidor e distribuí-la aos dois clientes, que armazenam localmente estes valores em um vetor, fazendo com que o mesmo cenário fosse gerado localmente pelos dois jogadores. Os vetores são percorridos de forma circular, o que torna escalável a geração dos obstáculos em relação ao tempo de atividade.

Ainda neste campo, considerando a disposição circular do cenário, foi pensada uma estratégia para que a configuração destes elementos varie a cada volta. Após a passagem do personagem por uma determinada parte do cenário (uma das plataformas gramadas que compõem a estrada), um contador de *delay* com duração de cinco segundos é disparado e, após este tempo, os elementos são gerados novamente na plataforma, a partir de uma nova posição do vetor gerado aleatoriamente no início do jogo. Assim, todas as vezes que o personagem passa por determinada plataforma, encontra obstáculos em lugares diferentes e novos objetos para coletar.

## VI. AVALIAÇÃO E RESULTADOS

No intuito de avaliar o *exergame* desenvolvido, optou-se por utilizar o Método Delphi [40], advindo da área da saúde e realizado com especialistas no objeto de estudo. Para isso, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Goiás, assegurando que os testes respeitam a integridade dos envolvidos, não apresentando qualquer risco à saúde dos pacientes. Com esta aprovação seguiu-se a aplicação do método.

### A. Método Delphi

O método Delphi é definido como um “método sistematizado de julgamento de informações, utilizado para obter consenso de especialistas sobre determinado tema, por meio de validações articuladas em fases ou ciclos” [14]. Trata-se de uma técnica advinda da área da saúde e utilizada desde a década de 50. Ela é baseada na obtenção de consenso entre especialistas na área de interesse – chamados de juízes – sobre o objeto em questão, utilizando-se de questionários aplicados em etapas, seguidas da análise dos resultados obtidos. Os três pilares do método são o anonimato dos juízes (para evitar a formação de um consenso artificial), a distribuição estatística dos pareceres, e por fim a avaliação desses [15]–[17], [41].

A sequência de passos do método Delphi é bem definida. Primeiramente a equipe de pesquisa elabora um questionário que possibilite visualizar as opiniões dos especialistas acerca do objeto, utilizando-se de questões abertas ou que apresentem uma escala de valores, como a escala Likert, bastante usada em questionários Delphi [13], [14], [42].

Em seguida, é feita a seleção dos especialistas que participarão do questionário, levando-se em consideração que estes

precisam ser capacitados para emitir opiniões sobre o tema investigado [14].

A próxima etapa é o envio do questionário para ser respondido pelos especialistas. A partir das respostas é feita a análise com base nos pilares apresentados, tendo como objetivo determinar se o consenso foi atingido. Para isso, são definidas métricas de consenso que sirvam aos objetivos da pesquisa, sendo condizentes com o número de participantes [13]. A partir da análise, a equipe julga se o consenso foi ou não atingido, estabelecendo em quais pontos será necessário construir uma nova etapa com um novo questionário. As interações continuam até ser atingido o consenso em todos os pontos necessários, apresentando as conclusões e resultados gerais.

As principais vantagens do método são: a possibilidade de ser efetuada uma avaliação síncrona, além da garantia de confiabilidade e robustez dos resultados obtidos, devido ao consenso dos especialistas. Como desvantagens pode-se citar: o risco de se obter um consenso artificial e a dependência da participação dos especialistas [13], [14].

Considerando-se as possibilidades, garantias e limitações, o método Delphi foi escolhido para a avaliação do projeto por trazer em si a possibilidade de obtenção de consenso acerca da avaliação do *exergame* desenvolvido.

### B. Realização da Avaliação

Para a realização da primeira etapa da avaliação pelo método Delphi, foi elaborado o questionário, tendo em vista os pontos principais e conceitos importantes do *exergame* construído. O respondente, após ter informado sua especialidade e tempo de atuação na área, realizou a leitura de um breve documento explicativo sobre o projeto, seguido de um vídeo demonstrativo, que apresentou cenas do *exergame* sendo utilizado na prática.

As questões foram feitas utilizando a escala Likert, juntamente com questões abertas opcionais, dando espaço para a crítica ou sugestões dos especialistas (Tabela I).

A seleção dos especialistas foi feita com o auxílio de uma pessoa-chave: a chefe da ala de Residência em Fisioterapia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás. Foram selecionados, ao todo, 16 juízes, sendo 10 fisioterapeutas experientes e 6 fisioterapeutas em residência. O tempo de atuação destes especialistas está distribuído da seguinte forma: 3 atuam há menos de um ano; 5 atuam de 1 a 5 anos; 4 atuam de 5 a 15 anos; e 2 atuam há mais de 16 anos. Os juízes apresentam atuação em fisioterapia hospitalar e/ou cardiopulmonar, e residência em Terapia Intensiva (UTI), Urgência e Emergência.

A equipe de pesquisa definiu que seria declarado “consenso” se a questão atingisse mais de 80% de grau de concordância entre os juízes. Com isso, o questionário foi enviado aos especialistas, sendo dado um intervalo de 15 dias para a realização das respostas.

### C. Resultados

A partir das respostas dos especialistas, é possível verificar o grau de concordância em relação aos pontos do *exergame*

TABELA I  
QUESTÕES ELABORADAS PARA A AVALIAÇÃO.

<b>Questões com Escala Likert</b> (Concordo Fortemente – Concordo – Neutro – Discordo – Discordo Fortemente)	
1. Aplicar o exergame apresentado durante a realização de sessões de reabilitação ou telerreabilitação com cicloergômetro engaja o paciente na atividade.	2. O exergame viabiliza a realização da sessão com a participação ativa do fisioterapeuta, ainda que de forma remota.
3. O exergame construído permite de forma suficiente a realização de sessões de telerreabilitação.	4. As opções de configurações iniciais dispostas ao fisioterapeuta são satisfatórias e permitem a personalização adequada da atividade.
5. A possibilidade de acompanhar em tempo real o desempenho do paciente por meio do gráfico de desempenho é satisfatória.	6. A possibilidade de o fisioterapeuta personalizar a atividade (valores mínimos e máximos esperados de frequência cardíaca e SPO2, duração e velocidade esperada), após iniciada a sessão, por meio do painel de configurações, é satisfatória.
7. A possibilidade de adicionar um avatar para que o fisioterapeuta "esteja ao lado" do paciente é geradora de engajamento.	8. A possibilidade de utilização de um controle adicional para que o paciente comande os movimentos do personagem junto com o cicloergômetro faz com que o paciente se sinta mais engajado no jogo.
9. O sistema de videochamadas auxiliar é útil para a comunicação entre o paciente e o fisioterapeuta.	10. A exibição dos dados na tela do paciente (número de pedaladas, velocidade, frequência cardíaca e SPO2) auxilia na realização da atividade.
11. A exibição dos dados na tela do fisioterapeuta (número de pedaladas, velocidade, frequência cardíaca e SPO2) auxilia no monitoramento da atividade.	12. De forma geral, o exergame apresentado cumpre os objetivos a que se propõe e é uma solução satisfatória.
<b>Questões Abertas</b>	
13. Você percebe alguma funcionalidade que poderia ser adicionada ao jogo? Alguma contribuição adicional sobre o projeto?	14. Você visualiza alguma limitação ou restrição quanto ao uso do jogo em sessões de reabilitação ou telerreabilitação?
15. Para quais problemas de saúde você recomendaria a utilização deste jogo em cenário de reabilitação ou telerreabilitação?	16. Algum comentário ou observação adicional?

levantados pelo questionário. O gráfico da Fig. 8 apresenta a distribuição das respostas fechadas (Escala Likert).

Através dos resultados obtidos, podem ser feitas as seguintes afirmações:

Com mais de 81,3% de forte concordância na Questão 1, tem-se que os especialistas concordam com a promoção do engajamento gerada pelo jogo. Do mesmo modo, os 75% de forte concordância na Questão 2 somados aos 25% de concordância, apontam para a validação da ideia de que o *exergame* é um instrumento viabilizador para as sessões de fisioterapia.

Na Questão 3 foi atingido um grau de concordância que corresponde a 12% das respostas, com um juiz (6,3%) se posicionando de forma neutra. Porém, como 43% dos especialistas concordaram fortemente e 37,5% também concordaram com a assertiva, é afirmado o consenso sobre a suficiência do *exergame* na realização das sessões de telerreabilitação (com 81,3%).

Nas Questões 4 e 5, o consenso se manifesta pela forte concordância de 31,3% e 56,3% dos juízes (respectivamente) e concordância de 68,8% na Questão 4 e 37,5% na Questão 5. Isso externa a concordância dos especialistas em relação à satisfação das opções de configurações iniciais e personalização da atividade, e do acompanhamento do paciente via gráficos de desempenho.

Nas demais questões fechadas, manifesta-se, de forma unânime, uma concordância de todos os especialistas participantes, que varia entre os 50% de concordância e 50% de forte concordância na Questão 6, até um alto índice de forte

concordância (81,3%) nas Questões 8 e 11. Através destes dados, observa-se que os juízes demonstraram um consenso de concordância nestes pontos, validando, assim, todas as assertivas apresentadas nas perguntas fechadas do questionário.

Apesar do menor número de respostas nas questões abertas, é possível extrair, em relação às funcionalidades (Questão 13), a possibilidade de apresentar recursos de pausa do jogo, a sugestão de adaptar a atividade para ser realizada também com os membros superiores, além da inclusão de sensores e técnicas que pudessem monitorar a sensação de cansaço e fadiga nos membros inferiores.

Como limitações e restrições (Questão 14), os especialistas apontaram a higienização e a possibilidade de compartilhar o cicloergômetro entre pacientes, a conexão com a internet, além de restrições de certos contextos, como em casos de cardiopatias graves, onde é indispensável a presença física do profissional da saúde.

Os juízes também recomendaram o uso do *exergame* para diversos problemas de saúde (Questão 15): 3 (três) juízes apontaram problemas envolvendo reabilitação/telerreabilitação motora; 5 (cinco) enfatizaram os problemas motores em conjunto com neurológicos, como Acidentes Vasculares Cerebrais; 7 (sete) reforçaram os problemas respiratórios; 6 (seis) enfatizaram os problemas cardíacos; 2 (dois) fizeram menção à reabilitação após períodos de longa internação em UTIs; 2 (dois) reforçaram a possibilidade de uso em casos de reabilitação pós-COVID-19; e 2 (dois) apontaram o uso em pacientes idosos.

De modo geral, o *exergame* foi bem avaliado pelos espe-

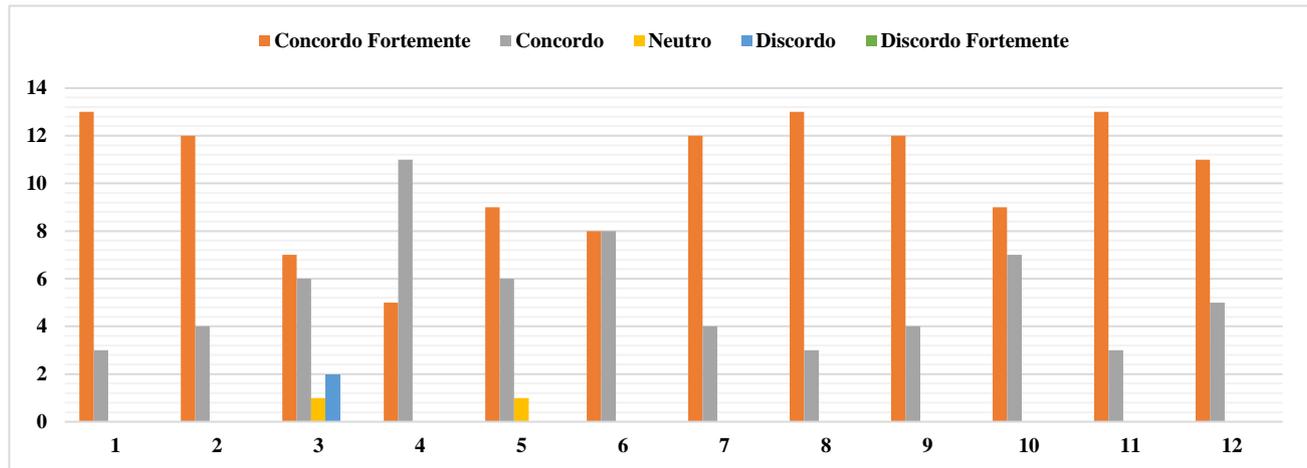


Fig. 8. Distribuição das respostas às questões fechadas da primeira etapa.

cialistas. Os pontos levantados nas assertivas foram objeto de consenso e as questões abertas levantaram elementos que podem suscitar melhorias no projeto.

## VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto apresenta um *exergame* distribuído que visa possibilitar a realização de sessões de telerreabilitação de pacientes que utilizam o cicloergômetro em seu tratamento. O jogo oferece uma experiência lúdica, que visa proporcionar engajamento e atenuar as dificuldades encontradas pelos profissionais de saúde neste processo, como a possibilidade de configurar e monitorar a realização da atividade, interagindo com o paciente. A avaliação a partir do Método Delphi atesta a eficácia do jogo construído.

Neste momento, abrem-se muitos caminhos para o prosseguimento deste projeto. Em primeiro lugar, a continuidade do processo de avaliação inclui a aplicação de mais uma etapa de questionários aos especialistas, visando completar a validação de algumas funcionalidades e outros pormenores que não foram ainda submetidos à avaliação, como as posições ergonômicas para a interação do paciente com o jogo. Ainda serão realizados testes de uso com pacientes, com o objetivo de complementar a compreensão sobre a eficácia do *exergame*.

Por fim, espera-se impactar a vida de pacientes que têm dificuldades relacionadas ao acesso e engajamento na terapia. Nas atuais circunstâncias, o presente projeto quer indicar uma alternativa para o acesso aos atendimentos e às sessões de reabilitação, aumentando a qualidade de vida dos pacientes. Por outro lado, a possibilidade de realizá-los a partir de jogos quer ser um fator que impacte a qualidade dos resultados das sessões, sendo mais divertidas e menos enfadonhas ou repetitivas. Espera-se que, principalmente para os adolescentes e as crianças, os impactos sejam significativos e a melhoria dos resultados também. Assim sendo, espera-se ainda que esta solução abra caminhos e possibilidades para o cenário da telerreabilitação, ainda tão recente na realidade do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem, em primeiro lugar, à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento a esta pesquisa. Este agradecimento se estende à Profa. Dra. Krislainy de Sousa Corrêa, fisioterapeuta, líder do setor de fisioterapia e tutora da Residência Multiprofissional no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás, pela disponibilidade e prontidão em contribuir com este projeto, de maneira especial nas etapas de avaliação.

## REFERÊNCIAS

- [1] A. d. S. d. Silva, P. J. Valenciano, and D. S. Fujisawa, "Atividade Lúdica na Fisioterapia em Pediatria: Revisão de Literatura," *Revista Brasileira de Educação Especial*, vol. 23, pp. 623 – 636, 12 2017.
- [2] D. Santos and I. Pinheiro, "Telereabilitação no tratamento de disfunções neurológicas: Revisão narrativa," *Revista Scientia*, vol. 1, pp. 96–106, 01 2016.
- [3] M. M. L. Subtil, D. C. Goes, T. C. Gomes, and M. L. d. Souza, "O relacionamento interpessoal e a adesão na fisioterapia," *Fisioterapia em Movimento*, vol. 24, pp. 745 – 753, 12 2011.
- [4] V. G. Cerf, "On the internet of medical things," *Commun. ACM*, vol. 63, no. 8, p. 5, Jul. 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3406779>
- [5] K. Jack, S. M. McLean, J. K. Moffett, and E. Gardiner, "Barriers to treatment adherence in physiotherapy outpatient clinics: A systematic review," *Manual Therapy*, vol. 15, no. 3, pp. 220 – 228, 2010. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1356689X09002094>
- [6] D. R. Gonçalves, "A importância do profissional de educação física no atendimento ambulatorial de pacientes pediátricos com fibrose cística," 2019, trabalho de Conclusão do Programa de Residência Integrada Multiprofissional em Saúde (HCPA), Porto Alegre.
- [7] C. H. R. Souza, D. M. de Oliveira, L. Berretta, and S. T. de Carvalho, "Jogos digitais e engajamento na reabilitação de pacientes: Uma revisão sistemática da literatura," in *Anais Principais do XXI Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021.
- [8] C. H. R. Souza, D. Battisti, L. Berretta, and S. T. de Carvalho, "Exergame com cicloergômetro para a reabilitação de pacientes em tempos de covid-19," in *Anais Principais do XX Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020.
- [9] D. M. Needham, A. D. Truong, and E. Fan, "Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients," *Crit Care Med*, vol. 37, no. 10 Suppl, pp. S436–441, Oct 2009.
- [10] J. Gregory, *Game Engine Architecture*. AK Peters/CRC Press, 2014.

- [11] C. da Silva Peixoto, “Jogos de estratégia de guerra em tempo real multijogador e seu desenvolvimento no motor unreal engine 4,” Master’s thesis, São Paulo, 2019.
- [12] J. Glazer and M. Sanjay, *Multiplayer game programming: Architecting networked games*. Addison-Wesley Professional, 2015.
- [13] S. S. Coutinho, “O uso da técnica delphi na pesquisa em atenção primária à saúde: revisão integrativa,” *Revista Baiana de Saúde Pública*, vol. 37, no. 3, pp. 582–596, 7 2013.
- [14] A. F. Scarparo, A. M. Laus, and A. I. C. S. Azevedo, “Reflexões sobre o uso da técnica delphi em pesquisa na enfermagem,” *Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste*, vol. 13, no. 1, pp. 242–251, 2012.
- [15] C. Wendisch, “Avaliação da qualidade de unidades de alimentação e nutrição (uan) hospitalares: construção de um instrumento,” Master’s thesis, Rio de Janeiro, 2010.
- [16] L. R. de Azevedo Cardoso, A. K. Abiko, H. C. R. Haga, K. P. Inouye, and O. M. Gonçalves, “Prospecção de futuro e método delphi: uma aplicação para a cadeia produtiva da construção habitacional,” *Ambiente Construído*, vol. 5, no. 3, pp. 63–78, 7 2005.
- [17] J. T. C. Wright and R. A. Giovinazzo, “Delphi - uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo,” *Caderno de Pesquisas em Administração*, 2000.
- [18] K. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*, ser. Pfeiffer essential resources for training and HR professionals. Wiley, 2012. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=M2Rb9ZtFxccC>
- [19] J. Huizinga, *Homo Ludens*, ser. Estudos. Editora Perspectiva S/A, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=ZqLHDwAAQBAJ>
- [20] J. Chen, “Flow in games (and everything else),” *Commun. ACM*, vol. 50, no. 4, p. 31–34, Apr. 2007. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1232743.1232769>
- [21] M. Csikszentmihalyi, *Flow: A psicologia do alto desempenho e da felicidade*. Objetiva, 2020.
- [22] J. C. Chou, C. Hung, and Y. Hung, “Design factors of mobile game for increasing gamer’s flow experience,” in *2014 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 2014, pp. 137–139.
- [23] T. Fullerton, *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games*. CRC press, 2008.
- [24] L. W. de Oliveira, “Framework I para desenvolvedores de mhealth no contexto de self-care e gamificação,” Master’s thesis, Goiânia, 2018.
- [25] K. Werbach and D. Hunter, *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press, 2012.
- [26] A. C. S. Costa and P. Z. Marchiori, “Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência,” *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, vol. 6, no. 2, pp. 44–65, out. 2015. [Online]. Available: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912>
- [27] C. Aldrich, *Learning by doing: a comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences*. Pfeiffer, 2005.
- [28] A. Fleury, D. Nakano, and J. H. D. O. Cordeiro, *Mapeamento da Indústria Brasileira e Global de Jogos Digitais*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2014.
- [29] R. L. e Silva, G. Bulla, L. da Silva, and J. Lucena, “Serious games and sensibility regimes: Paradoxes in using games for human formation,” *education policy analysis archives*, vol. 26, no. 117, 2018.
- [30] M. Zyda, “From visual simulation to virtual reality to games,” in *Computer*. IEEE Computer Society Press, 2005, vol. 38, pp. 25–32.
- [31] D. Battisti, “Exergame com cicloergômetro para a reabilitação de pacientes,” Master’s thesis, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.
- [32] D. Battisti, S. T. de Carvalho, and L. Battisti, “Jogo com cicloergômetro para a reabilitação de pacientes,” in *Proceedings of SBGames 2019*, 2019, pp. 1402–1403.
- [33] J. Rodrigues, P. Menezes, and M. T. Restivo, “Travelling in a virtual city: a physical exercise promoting game,” in *2019 5th Experiment International Conference (exp.at’19)*, 2019, pp. 256–257.
- [34] S. Ren, W. Shi, Z. G. Hou, J. Wang, and W. Wang, “Engagement Enhancement Based on Human-in-the-Loop Optimization for Neural Rehabilitation,” *Front Neurobot*, vol. 14, p. 596019, 2020.
- [35] I. Afyouni, A. Einea, and A. Murad, “Rehabot: Gamified virtual assistants towards adaptive telerehabilitation,” in *Adjunct Publication of the 27th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, ser. UMAP’19 Adjunct. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019, p. 21–26. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3314183.3324988>
- [36] J. Wang, W. Wang, and Z. G. Hou, “Toward improving engagement in neural rehabilitation: Attention enhancement based on brain–computer interface and audiovisual feedback,” *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, vol. 12, no. 4, pp. 787–796, 2020.
- [37] C. Souza, D. Oliveira, L. Berreta, and S. Carvalho, “A distributed exergame for telerehabilitation: An engaging alternative to improve patients’ quality of life,” in *Proceedings of the 1st Life Improvement in Quality by Ubiquitous Experiences Workshop*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021.
- [38] Epic Games, “Client-server model - unreal engine documentation,” Disponível em: <https://docs.unrealengine.com/en-US/Gameplay/Networking/Server/index.html>. Acesso em: 16/08/2020, 2020.
- [39] L. G. Andrade and E. Evangelista, “O significado das cores na percepção do jogo this war of mine,” Disponível em: <http://www.site.satc.edu.br/admin/arquivos/31347/laura-gabriela-andrade.pdf>. Acesso em: 17/07/2021, 2018.
- [40] M. Bloor, H. Sampson, S. Baker, and K. Dahlgren, “Useful but no oracle: reflections on the use of a delphi group in a multi-methods policy research study,” *Qualitative Research*, vol. 15, no. 1, pp. 57–70, 2015. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/1468794113504103>
- [41] L. F. Munaretto, H. L. Corrêa, and J. A. C. da Cunha, “Um estudo sobre as características do método delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias,” *Revista de Administração da UFSM*, vol. 6, no. 1, pp. 09–24, 7 2013.
- [42] N. M. C. Alexandre and M. Z. O. Coluci, “Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas,” *Ciência e Saúde Coletiva*, vol. 16, pp. 3061 – 3068, 07 2011.