

PROPOSTA DE UM JOGO SÉRIO PARA RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DE PACIENTES HEPATOPATAS

Julia Gonçalves Burdelis (IC) e Marcelo Fernandes (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackpesquisa

RESUMO

O uso da tecnologia na reabilitação proporciona uma associação entre as imagens gráficas em um equipamento eletrônico com o indivíduo que realiza os movimentos, garantindo a motivação na realização das tarefas e melhora dos padrões de movimento, gerando uma diminuição na distração da “dor” e do “esforço” nas atividades. Pacientes hepatopatas apresentam disfunções fisiopatológicas importantes e a recuperação funcional dessa população exige a continuidade de tratamento durante longos períodos, levando a menor assiduidade e maior absenteísmo nas terapias. Assim, o objetivo da pesquisa foi desenvolver um jogo sério (JS) para incentivar o paciente ao exercício físico de forma lúdica e ressaltar a importância da atividade física para o tratamento de acordo com a atenção secundária a saúde a partir de um protocolo de exercício existente. O jogo HEPATOFISIO será personalizado de acordo com objetivo proposto pelo fisioterapeuta e da habilidade do usuário, com a realização de três fases obrigatórias e uma fase opcional com desafio. Sendo assim, o jogo foi apresentado para especialista em recuperação funcional em pacientes hepatopatas e mostrou-se viável para aplicação nessa população. Com isso, sugerimos a continuidade desta pesquisa com a implementação operacional do jogo HEPATOFISIO e com a continuidade da parceria com os profissionais da área da tecnologia da informação com posterior implementação de testes clínicos.

Palavras-chave: Hepatopatia. Realidade Virtual. Jogos Sérios.

ABSTRACT

The use of technology in rehabilitation provides an association between the graphic images on electronic equipment with an individual performs of movements, ensuring motivation in performing the tasks and the improvement of movements, creating a decrease in the distraction of "pain" and "effort" in activities. Patients with liver disease shows an important pathophysiological and the functional recovery of this population requires the continuity of treatment for long periods, leading to less attendance and greater absenteeism in therapies. Thus, the research proposal corresponds to develop a serious game (JS) to encourage patient to do exercise playfully and emphasize the importance of physical activity for treatment from an existing exercise protocol and according to secondary care of health from Sistema Único de Saúde (SUS). The HEPATOFISIO game will be customized according to the objective proposed by the physiotherapist and the player's ability, with the completion of three mandatory

phases and an optional phase with a challenge. Therefore, the game was presented to a specialist in functional recovery in patients with liver disease and proved to be viable for application in this population. By the way, we suggest the continuity of this research with the operational implementation of the HEPATOFISIO game and with the continuity of the partnership with professionals in the area of information technology with subsequent implementation of clinical tests.

Keywords: Liver disease. Virtual reality. Serious games.

1. INTRODUÇÃO

O fígado é um órgão vital, responsável pela manutenção da homeostasia corporal, como a regulação do metabolismo de diversos nutrientes, funções imunológicas, síntese proteica e de outras moléculas, armazenamento de vitaminas e ferro, degradação hormonal e a inativação e excreção de fármacos e toxinas (TORTORA & DERRICKSON, 2017). As disfunções hepáticas ou hepatopatias, dentre elas, insuficiência hepática, hepatite e cirrose causam remodelação na estrutura do órgão e, caso se estabeleçam com o decorrer do tempo, resultam em lesões progressivas e consequências a longo prazo (RESINER, 2016).

O vírus da hepatite C é transmitido pelo sangue através da exposição de pequenas quantidades de material contaminado por meio de seringas em situações tais como, uso de drogas, transfusão de sangue e até mesmo por práticas de segurança ineficazes. Atualmente, cerca de 71 milhões de pessoas no mundo são infectadas pelo vírus e em 2016 a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou cerca de 399 mil mortes decorrentes da descoberta tardia da doença, do baixo acesso ao diagnóstico e ao tratamento, levando a um quadro de cronicidade (WORD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

No Brasil, as hepatopatias são consideradas um problema de saúde pública desde 1996, sendo necessária a notificação compulsória de todos os casos em até sete dias no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). A responsabilidade essencial da atenção básica é garantir resultados terapêuticos eficientes a fim de melhorar o prognóstico a partir da identificação dos fatores de risco e do estágio inicial da doença (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Em função da cronicidade das doenças hepáticas, o sistema músculo esquelético é influenciado negativamente por conta da ineficiência do metabolismo hepático, resultando em um quadro clínico de fraqueza muscular global com alterações na capacidade funcional, nas atividades de vida diária e sobrecarga ventricular elevada ao repouso, o que pode implicar em maior consumo de oxigênio do músculo cardíaco (BURDELIS e FERNANDES, 2021; CARVALHO *et al.*, 2008). Além do comprometimento local, verifica-se também a presença de uma condição conhecida como *encefalopatia hepática*, decorrente do acúmulo de amônia não metabolizada, causando impactos deletérios sobre a função cerebral. As manifestações clínicas são: declínio cognitivo, confusão mental, redução das capacidades motoras finas, neuropatia periférica, clônus e sinal de Babinsk (LANNA *et al.*, 2011). Nesta perspectiva, importantes habilidades motoras dos membros podem ser comprometidas.

A realidade virtual (RV) vem ganhando espaço nas investigações científicas e sendo utilizada na reabilitação de indivíduos com vista a obtermos uma estratégia de intervenção distinta da convencional. Estratégias terapêuticas de recuperação funcional convencionais

podem, muitas vezes, ser cansativas para o paciente, sobretudo em função de seu caráter protocolar e contínuo, gerando desmotivação. Já a realidade virtual (RV) permite a simulação em tempo real de uma atividade e a interação do usuário em um mundo virtual, fornecendo *feedback* sensorial sobre o movimento realizado. Tais características da RV aumentam a motivação e produzem melhora dos padrões de movimento, gerando assim uma diminuição na distração da “dor” e do “esforço” nas atividades, além de permitir ao indivíduo manipular e explorar naturalmente objetos, ao invés de ser apenas um observador (RODRIGUES e PORTO, 2013; SOUZA *et al.*, 2016).

Existem duas interfaces da RV, a forma **imersiva** na qual o ambiente externo é isolado por meio de capacetes ou outros dispositivos que implicarão em uma imagem tridimensional, com a sensação de se estar dentro do ambiente. A outra forma, chamada de **não imersiva**, resultará em imagens dimensionais, não isolando assim o indivíduo do mundo físico (RODRIGUES e PORTO, 2013). Os jogos sérios (JS) são definidos como uma classe de jogos digitais desenvolvidos com propósito específico, com importância significativa na capacidade de personalização do jogo para população-alvo e disfunções com maior engajamento ao regime de tratamento e com possibilidade de proporcionar desafios progressivos, nos quais o usuário é orientado a desenvolver as habilidades necessárias para progredir a níveis mais avançados (ROCHA; BITTENCOURT; ISOTANI, 2015).

A recuperação funcional de pacientes com doenças crônicas, como é o caso da população hepatopata, exige a continuidade do tratamento durante longos períodos. Programas de recuperação baseados em exercícios visam a melhora funcional do prognóstico e a redução de sequelas decorrentes de uma disfunção ou lesão. Contudo este processo é, muitas vezes, interrompido pelo próprio paciente por ser tedioso ou provocar desconfortos durante a terapia, gerando redução na aderência do indivíduo à terapêutica proposta. De acordo com Fernández (2010), pacientes utilizando recursos virtuais adquirem um maior engajamento durante a reabilitação em situações crônicas. Devido a globalização e aos avanços na tecnologia, as propostas de introdução da RV nos tratamentos de reabilitação tornam-se inevitáveis e necessárias para gerar maior assiduidade e redução do absenteísmo durante tratamentos prolongados. Isto, por sua vez, gera melhor resposta dos pacientes às condutas terapêuticas (JÚNIOR *et al.*, 2009).

A proposta inicial do estudo consistia na avaliação da aplicabilidade da RV imersiva e não imersiva em seus aspectos de aceitação, tolerância, conforto, segurança e aprendizagem em pacientes hepatopatas estáveis por meio de testes funcionais virtuais para membros superiores e comparação da curva de aprendizagem dos participantes na RV imersiva e não imersiva com aquele observado na avaliação convencional não virtual. Contudo, em virtude do contexto pandêmico ocasionado pela disseminação e infecção do SARS-CoV-2, vírus

causador do COVID-19, o objetivo inicial não pôde ser concretizado, considerando a segurança sanitárias dos participantes envolvidos. A partir desta limitação decidimos por delinear o estudo no âmbito de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema mediante uma busca na literatura utilizando descritores em saúde (Decs) em periódicos científicos. A proposta compreendia o levantamento de pesquisa nos últimos 10 anos nos idiomas inglês, português e espanhol, nas bases de dados como *Scielo*, *PubMed*, *MedLine*, *Lilacs*, *PEdro*, *IEEE* e *ACM* para construção de revisão bibliográfica sobre a influência de jogos virtuais ou uso da tecnologia para pacientes com disfunções hepáticas. No entanto, a pesquisa gerou resultado de apenas dois artigos.

A partir desta lacuna na literatura científica entendemos como necessário a compreensão de novas opções terapêuticas a partir do desenvolvimento de programas de recuperação funcional seguros e específicos. Assim, diante das consequências da doença hepática sobre os sistemas musculoesquelético e nervoso, sobretudo em seu aspecto cognitivo, e considerando a escassez de estudos correlacionando estes aspectos, o objetivo da pesquisa foi o desenvolvimento de componentes e processos do *game design* de um JS na interface não imersiva da RV para reabilitação de pacientes com hepatopatias crônicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As doenças hepáticas crônicas são, na maioria dos casos, assintomáticas. Mecanismos de lesão distintos estão presentes nesta população, como no caso do vírus da hepatite C, responsável por aproximadamente 60 a 85% da cronicidade das doenças hepáticas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

A lesão dos hepatócitos pode ocorrer de duas formas: direta (com o contato do vírus com o órgão) ou indireta (representada pelo mecanismo lesivo do álcool a longo prazo). Quando a lesão hepática e a inflamação se tornam crônicas, algumas alterações genéticas podem ocorrer, influenciando a proliferação celular e a expressão desregulada de vários genes, possibilitando uma transformação neoplásica, com o aparecimento de nódulos no fígado (RAMAKRISHNA *et al.*, 2013). A detecção antecipada de esteatose e/ou fibrose hepática significativa pode contribuir com um prognóstico e sobrevida melhor (CASTRO *et al.*, 2019).

A má nutrição e a sarcopenia são complicações comuns no paciente com hepatopatia, sendo que a associação destas duas alterações gera aumento da mortalidade e morbidade. Os fatores responsáveis por essa condição musculoesquelética são ingestão dietética, hipermetabolismo, aumento da perda de proteínas e diminuição da síntese proteica no fígado, levando assim a perda de massa muscular (AAMANN *et al.*, 2018; GALANT *et al.*, 2012).

Dentre estas consequências podemos citar icterícia, hipoalbuminemia resultando em edema, função imunológica reduzida e metabolismo energético comprometido, causando maior cansaço físico e, por conseguinte, redução da capacidade física (GALANT *et al.*, 2013; HAYASHI *et al.*, 2012). O grau de comprometimento hepático, bem como o prognóstico dos pacientes pode ser aferido por meio de escores como o escore de *Child-Pugh* e o escore *MELD* (The Model for End Stage Liver Disease).

A experiência vivenciada por meio da realidade virtual é baseada em uma associação entre a produção de imagens gráficas estabelecidas em um equipamento eletrônico com uma conexão, e o indivíduo que está realizando os movimentos. Esta interação resulta em um processo de simulação de ambientes reais por meio de um software, que será responsável por desenvolver esta sensação nos pacientes que estão se beneficiando com o programa de reabilitação (SCHIAVINATO *et al.*, 2011).

Outro aspecto importante no contexto da RV é proporcionar ao paciente o *feedback visual e auditivo*, gerando interação com o mundo virtual. Desta forma, o paciente é capaz de conseguir respostas frente às ações que desenvolve, estimulando assim a realidade percebida. Este processo proporciona *feedbacks* positivos direcionados para o cerebelo e cérebro, com a finalidade de promover as devidas correções necessárias à execução dos movimentos mais adequados durante a terapia. Tais ajustes se manifestam benéficamente na correção postural e equilíbrio, melhora na funcionalidade e na amplitude de movimentos de membros superiores e inferiores, funções sensoriais e cognitivas (BATISTA *et al.*, 2012; MONTERO e ZANCHET, 2003).

Os benefícios cognitivos alcançados a partir do exercício são encontrados principalmente no controle executivo e nas funções do lobo frontal, tais como planejamento, divisão da atenção e inibição de respostas (ETNIER e CHANG 2009; HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008). Sendo assim, a estimulação cognitiva por meio de jogos interativos, se alinha com a demanda por diversos processos necessários da cognição durante a navegação em ambientes distintos e complexos (GREEN e BAVELIER, 2008), o que, por sua vez, atende às necessidades de programas de recuperação funcional.

3. METODOLOGIA

A proposta do estudo foi desenvolver um jogo sério (JS) em parceria com Cursos de Graduação de Unidades Acadêmicas distintas inseridas na Universidade Presbiteriana Mackenzie – Centro de Ciências Biológicas (CCBS) e Faculdade de Computação e Informática (FCI). O principal objetivo do jogo é incentivar o usuário ao exercício físico de forma lúdica e ressaltar a importância da atividade física para o tratamento de acordo com a atenção secundária a saúde. É um JS proposto para uso em plataforma *XBOX ONE KINECT*,

com utilização de sensor capaz de identificar até 48 pontos do corpo humano e processar os dados em tempo real com o uso de emissor e sensor infravermelho. O perfil dos usuários devem ser: pacientes adultos de ambos os sexos, portadores de hepatopatias com idade de 18 a 80 anos, sendo que a ampla faixa etária descrita se deve a possibilidade futura de verificar a influência da idade nos desfechos do estudo e aplicabilidade quanto ao uso de tecnologia e suas variáveis.

A partir dos dados da literatura em relação aos modelos de JS, nossa proposta foi criar um jogo baseado em um protocolo de exercícios para pacientes hepatopatas com indicação ou não de transplante hepático. A presente pesquisa faz parte de um Projeto de Pesquisa Docente Multicêntrico que envolve a Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) e um Hospital Terciário Especializado em Transplante de Fígado da Cidade de São Paulo. Além disso, esta pesquisa está associada a um Projeto de Extensão especializado em atendimento cardiorrespiratório à pacientes hepatopatas encaminhados pelo Hospital Terciário mediante parceria institucional específica.

O jogo proposto visou uma maior assiduidade e redução do absenteísmo às sessões de tratamento. Além disso, o jogo foi estruturado para auxiliar na motivação do paciente por meio da personalização do perfil individual e incentivo visual das atividades físicas realizadas gerando *biofeedback* positivo. A proposta visou ainda o encorajamento do paciente em busca de melhores resultados e pontuações por meio de um sistema desenvolvido para obtenção de “estrelas”, ou seja, “reconhecimento” pelo esforço realizado a cada fase.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os artigos encontrados na literatura a respeito do uso de tecnologia e hepatopatas foram: possibilidade de identificação cognitiva precoce ocasionada pela cirrose hepática a partir de jogos computadorizados de treinamento cerebral; e uso de um aplicativo “*The Stroop Smartphone*” para triagem de encefalopatia hepática mínima (BAJAJ *et al.*, 2013, TARTAGLIONE *et al.*, 2014).

O primeiro artigo indicou diferença significativa na comparação dos pacientes cirróticos e pré-cirróticos em dois testes virtuais, que envolvem a atenção seletiva e o outro a memória visuoespacial. Os autores demonstraram pontuações significativamente piores em pacientes cirróticos quando comparados à pacientes com doença hepática pré-cirrótica e ainda mais quando comparado com um grupo controle sem hepatopatia. Assim, jogos curtos de treinamento cerebral administrados em um *iPad* podem ser usados como testes psicométricos para detectar deficiências cognitivas sutis em pacientes com cirrose sem encefalopatia manifesta que não poderia ser detectado por testes convencionais sem uso de tecnologia (TARTAGLIONE *et al.*, 2014). O segundo artigo identificou que o aplicativo para *smartphone*

Stroop é uma ferramenta curta, válida e confiável para triagem de encefalopatia mínima por meio de dos dados gerados a partir do desempenho, identificando também pior desempenho no *Stroop* nos pacientes com encefalopatia mínima em comparação ao grupo controle (BAJAJ *et al.*, 2013).

Assim, tendo em vista os benefícios dos jogos virtuais como avaliação e a ineficiência da literatura perante os jogos funcionais para desenvolvimento e recuperação funcional do paciente hepatopata, desenvolvemos a estrutura de um JS indicado como “HEPATOFISIO” visando melhorias e benefícios nos atendimentos para essa população.

Para o início do jogo, a execução de cada exercício será apresentada ao usuário antes de iniciar a fase em um vídeo curto contendo tutorial com a execução ideal para cada exercício proposto, a fim de que o usuário tenha conhecimento do movimento a realizar e da amplitude do movimento necessária. Ao iniciar o jogo, a primeira tela (Figura 1) constará com a seleção do personagem realizada de forma personalizada de acordo com o perfil e características físicas do paciente. Na tela seguinte (Figura 2), deverá ser escolhido o ambiente em que o usuário estará inserido, contendo as opções de parque, ao ar livre na rua ou em uma clínica de fisioterapia. Além disso, ao iniciar a partida ficará registrado os dados de cada paciente podendo realizar a comparação de percursos concluídos com a última sessão, na qual exibirá um comparativo entre a pontuação na sessão atual e a última sessão de jogo. Nas fases que envolvem a contabilização da distância percorrida será obtido o total do percurso percorrido, exibindo o número total de metros percorridos pelo usuário até o fim do jogo.

Figura 1. Tela inicial do jogo HEPATOFISIO.



Figura 2. Tela para estruturação dos objetivos para o jogo.

AMBIENTAÇÃO

OBJETIVO DO JOGO

TEMPO TOTAL

FREQUÊNCIA DOS EXERCÍCIOS PARA CADA FASE

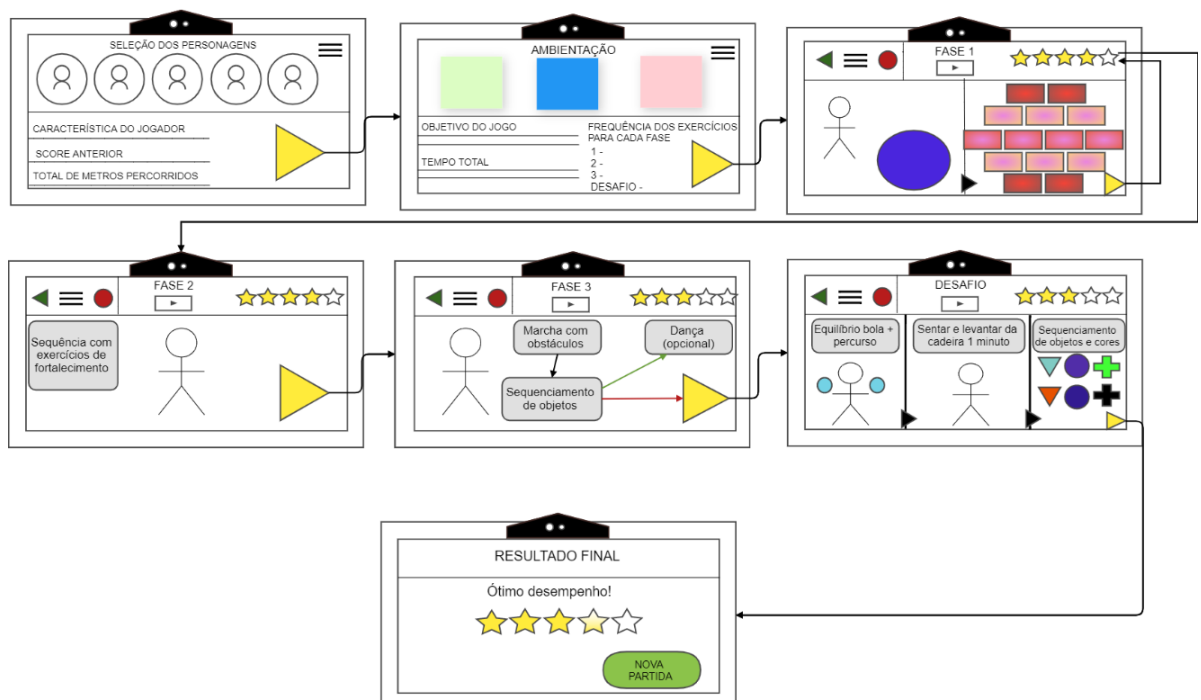
1 -

2 -

3 -

DESAFIO -

O tempo de cada fase dependerá do objetivo proposto e da habilidade do usuário, sendo de responsabilidade do fisioterapeuta a determinação do percurso, do tempo e frequência de utilização do jogo, possibilitando a visualização do fluxo de funcionamento do jogo pelo *gameflow* criado (Quadro 1). Ademais, cabe ressaltar que o paciente não poderá ser levado a fadiga muscular e não deverá ser levado a esforços inadequados.

Quadro 1. *Gameflow* do jogo HEPATOFISIO.

O jogo será composto de 3 fases obrigatórias e 1 fase de desafio opcional de acordo com o objetivo proposto ao paciente/usuário.

Fase 1 (Figura 3): **Aquecimento**. Consiste inicialmente no aquecimento muscular envolvendo o exercício respiratório com objetivo de preparação sistêmica do usuário para as atividades propostas nas seguintes fases. Os exercícios respiratórios serão incentivados a partir de uma imagem dinâmica de uma bexiga enchendo e esvaziando-se com propósito de ativar músculos da respiração por meio da inspiração e expiração profunda. O jogo gerará a pontuação por meio de “estrelas” obtidas pelo paciente a partir da observação e parecer do fisioterapeuta responsável pelo tratamento e evolução. A fase em questão será seguida de uma atividade para mobilidade de coluna, com o objetivo de movimentação, alongamento e ativação muscular centro-periférica a partir da destruição de blocos, sendo realizada com as mãos alternadas, incentivando o alcance funcional. Após a finalização dessa etapa inicial, o usuário ganhará “estrelas” (limitada a 5) que serão obtidas por meio do sistema operacional do jogo que contabilizará a performance do usuário ao final da fase. Assim, o participante receberá a média de pontuação.

Fase 2 (Figura 4): **Fortalecimento**. O objetivo dessa fase é proporcionar o aumento do recrutamento e força muscular, tendo em vista a perda de massa muscular global nessa população. Nessa fase o usuário realizará as atividades concomitantemente ao jogo exibido na tela, sendo de responsabilidade do fisioterapeuta acompanhar e direcionar as instruções, com possibilidade de evoluir a terapia com acréscimo de carga externa ao usuário por meio de caneleiras e halteres. O usuário iniciará a fase em posição sentada na cadeira e realizará a extensão e flexão de joelho unilateral. Em seguida deverá passar um objeto entre a perna para incentivar a flexão do quadril e ajustes de eventuais instabilidades posturais na mesma posição. Em ortostatismo, o usuário realizará adução e abdução de quadril a partir do momento em que aparecer virtualmente um “coração” para obter maior pontuação no jogo. Além disso, será incentivado o apoio unipodal com objetivo de fortalecimento dos músculos estabilizadores de quadril. A fase será finalizada com agachamento seguida das orientações do fisioterapeuta a respeito das técnicas para realização. O desempenho do usuário será registrado pelo responsável da terapia, na qual o usuário ganhará “estrelas” (limitadas a 5) a cada exercício realizado e no final da fase será contabilizado a média de pontuação.

Fase 3 (Figura 5): **Funcional com atividade cognitiva**. Essa fase será escolhida a critério do fisioterapeuta responsável, de acordo com objetivo e evolução do paciente. Conterá com: marcha com obstáculos para desviar e realizar a elevação dos membros permitindo a tríple flexão e extensão; marcha em linha reta adicionada ao sequenciamento de objetos que aparecerem na tela e o usuário deverá lembrar-se da ordem solicitada (ficará a critério do fisioterapeuta a definição da quantidade de objetos); poderá ainda escolher a opção de uma

dança com ritmo e velocidade definida no início. O desempenho do usuário será registrado pelo responsável da terapia. O usuário ganhará “estrelas” (limitadas a 5) a cada exercício realizado, e ao final da fase será contabilizado a média de pontuação.

Figura 3. Fase 1- Aquecimento muscular no jogo HEPATOFISIO.

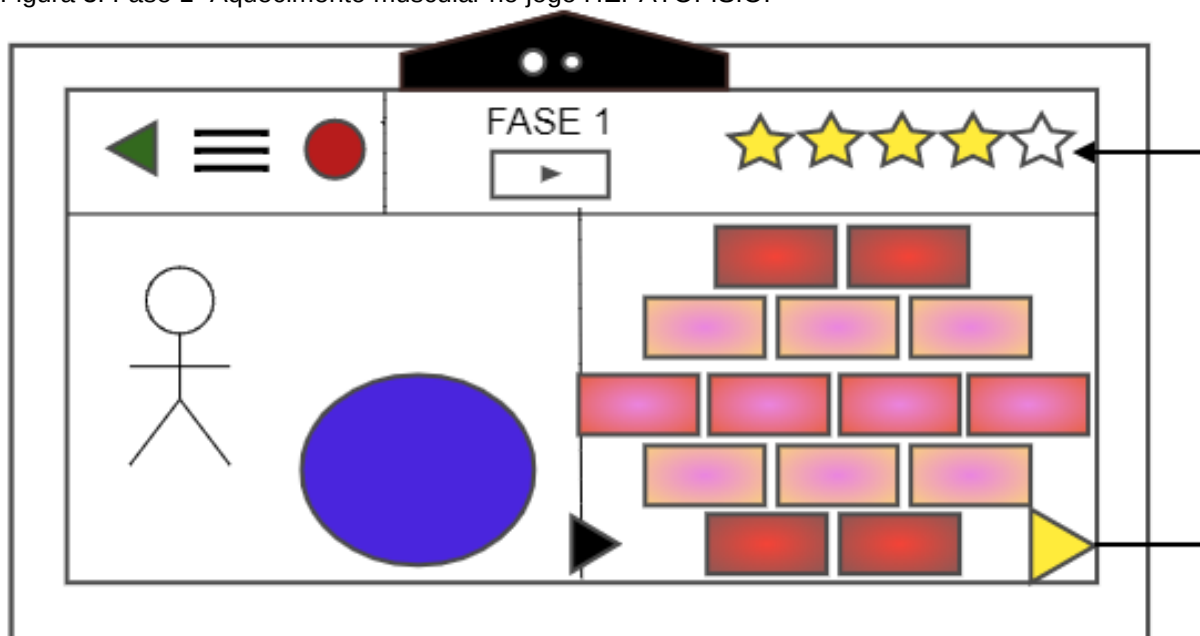
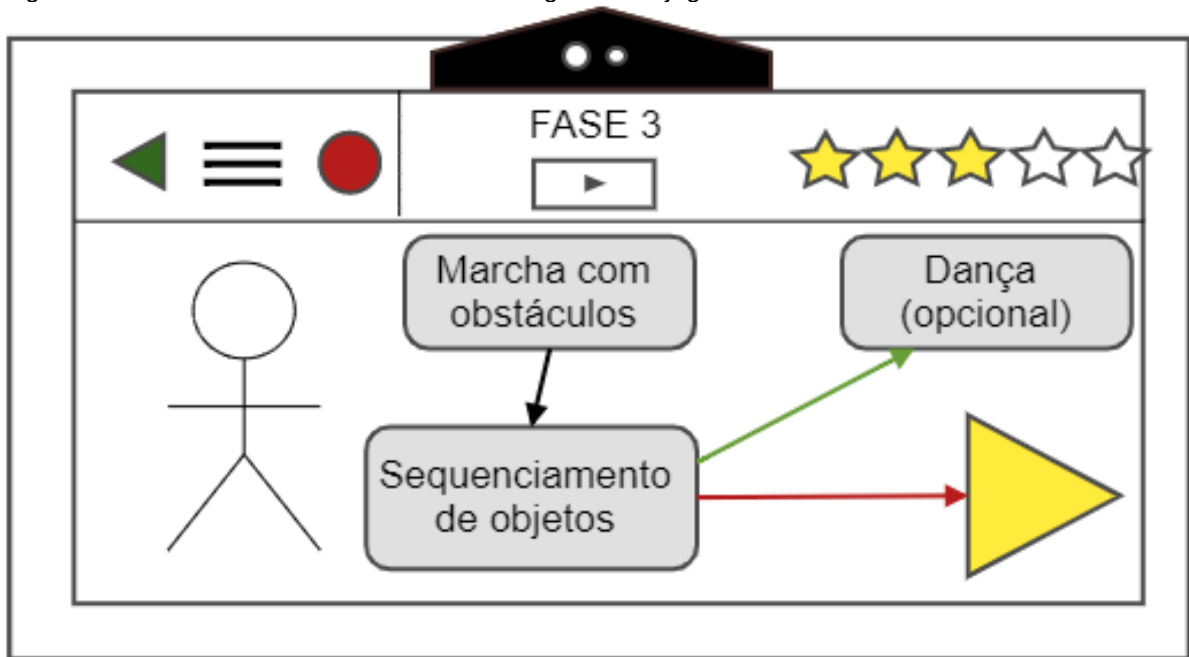


Figura 4. Fase 2 - Fortalecimento muscular no jogo HEPATOFISIO.

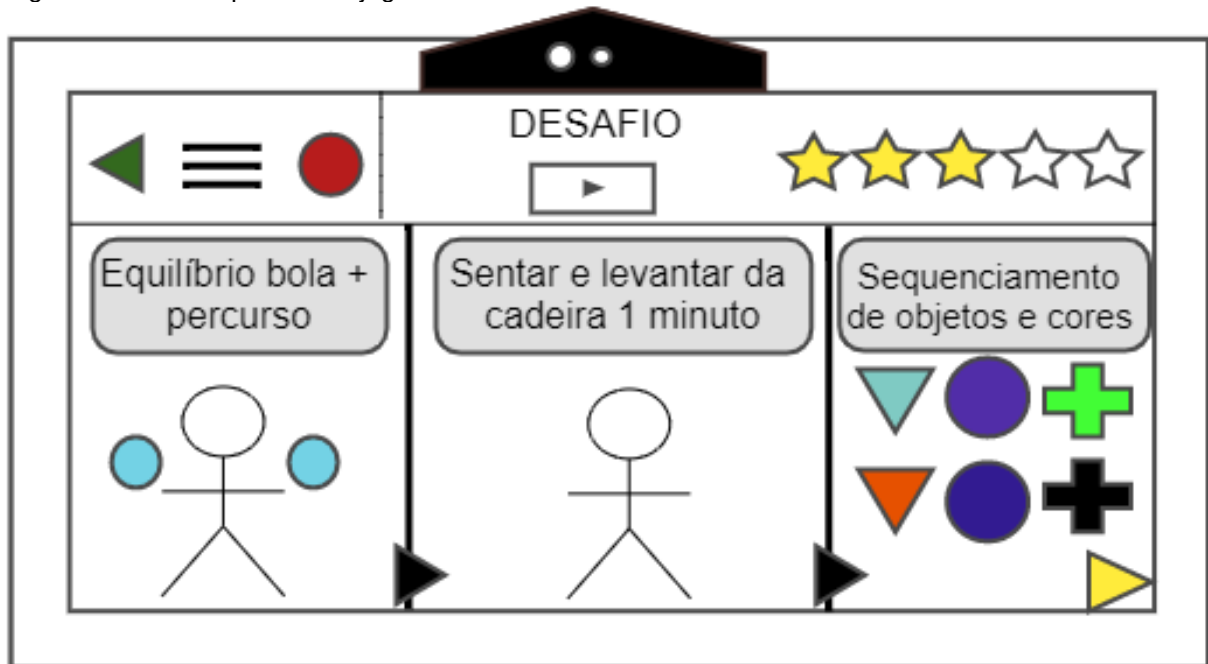


Figura 5. Fase 3 - Funcional com atividade cognitiva no jogo HEPATOFISIO.



Além disso, o jogo contará com um desafio (Figura 6) envolvendo circuito específico, na qual o usuário deverá equilibrar uma bola virtual na mão enquanto realiza a marcha e desvia de objetos no percurso, mudanças de direção, salto para prosseguir no caminho, sentar e levantar da cadeira durante 1 minuto. Por fim, a fase é finalizada com o usuário sentado na cadeira, onde será apresentado a um jogo de memória e atenção, ao qual serão acionadas cores pelo sistema operacional e o usuário, por sua vez, deverá sinalizar em sequência as cores acionadas por meio do sensor da plataforma utilizada (Kinect) e contará com 3 chances, sendo válida a que obtiver maior pontuação. O desafio finalizará após o usuário passar por todas as etapas, e o tempo e a quantidade de erros serão registrados com fins terapêuticos e de evolução para as próximas partidas.

Figura 6. Desafio opcional do jogo HEPATOFISIO.



O jogo foi apresentado para uma especialista na área da recuperação funcional com conhecimento do uso da tecnologia com jogos virtuais para reabilitação em hepatologia. Após análise, a especialista aprovou a estruturação do jogo, porém sugeriu pequenas alterações em relação a pontuação final de cada fase no sentido de se padronizar as regras para determinação da pontuação nas fases que necessitam do parecer pessoal do fisioterapeuta. Além disso, ressaltou a importância em garantir níveis (fácil, moderado e avançado) para os testes que envolvem a questão cognitiva, tendo em vista o perfil distinto dos pacientes hepatopatas com eventuais acometimentos diferentes nos quadros de encefalopatia hepática. Esta preocupação da especialista é de grande relevância e tem por base a eventual prevalência de demência senil uma vez que a maior parcela da população estudada corresponde a idade acima de 50 anos com declínio funcional associado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos iniciais da presente pesquisa tiveram que ser ajustados considerando o contexto pandêmico atual e a faixa etária da casuística pretendida inicialmente. A partir disso realinhamos os objetivos para um levantamento bibliográfico e construção de um jogo a ser viabilizado futuramente. Verificamos que a literatura ainda é escassa no que diz respeito à aplicação da realidade virtual com fins funcionais terapêuticos em pacientes hepatopatas. Ademais, a concepção do JS HEPATOFISIO, nos termos relatados, se mostrou viável a partir da análise e avaliação de uma especialista em recuperação funcional em pacientes hepatopatas. Desta forma, sugerimos a continuidade desta pesquisa com a implementação

operacional do jogo HEPATOFISIO a partir da continuidade da parceria com os profissionais da área da tecnologia da informação com posterior implementação de testes clínicos.

AGRADECIMENTOS

Tendo em vista o contexto pandêmico ocasionado pelo COVID-19, o desenvolvimento e as adaptações necessárias no tema inicial da pesquisa contaram com o auxílio da Prof^a Dra. Ana Grasielle Dionísio Corrêa que proporcionou as orientações e diretrizes para a efetividade e conclusão da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

AAMANN, L.; DAM, G.; RINNOV, A.R.; VILSTRUP, H.; GLUUD, L.L. Physical exercise for people with cirrhosis. **Cochrane Database of Systematic Reviews** 2018, Issue 12. Art. No.: CD012678. DOI: 10.1002/14651858.CD012678.pub2

BAJAJ, J.S.; THACKER, L.R.; HEUMAN, D.M.; MICHAEL FUCHS, M.; STERLING, R.K.; SANYAL, A.J.; PURI, P.; SIDDIQUI, M.S.; STRAVITZ, R.T.; BOUNEVA, I.; LUKETIC, V.; NOBLE, N.; WHITE, M.B.; MONTEITH, P.; UNSER, A.; WADE, J.B. The Stroop Smartphone App is A Short and Valid Method to Screen for Minimal Hepatic Encephalopathy, **Hepatology**. 2013; 58(3): 1122–1132.

BATISTA, J.S.; WIBELINGER, L.M.; DE MARCHI, A.C.B.; SCHNEIDER, R.H.; PASQUALOTTI, A. Reabilitação de idosos com alterações cognitivas através do videogame Nintendo Wii®. **RBCEH**. 2012;9(2):293-299.

BURDELIS, J.G.; FERNANDES.M. Avaliação indireta e não-invasiva da sobrecarga cardiovascular e consumo de oxigênio miocárdico por meio do duplo-produto em pacientes hepatopatas estáveis em lista ou não de transplante hepático. **Medicina e Adesão à Inovação: A cura mediada pela tecnologia**. 2021:44-57.

CARVALHO, E.M.; ISERN, M.R.M.; LIMA, P.A.; MACHADO, C.S.; BIAGINI, A.P.; MASSAROLLO, P.C.B. Força muscular e mortalidade na lista de espera de transplante de fígado. **Rev Bras Fisioter**. 2008;12(3):235-240.

CASTRO, P.C.S.; ALBERTON, H.C.P.; PEDROSO, M.L.A.; MORSOLETO, D.B.G.; JUNIOR, A.P.; IVANTES, C.A.P. Evaluation of progression of hepatic fibrosis in a group of patients with non-alcoholic fatty liver disease accompanied for 10 years. **Arq Gastroenterol**. 2019;56(3):256-260.

ETNIER, J.L.; CHANG, Y. K. The effect of physical activity on executive function: a brief commentary on definitions, measurement issues, and the current state of the literature. **J Sport Exerc Psychol**. 2009;31(4):469–83.

FERNÁNDEZ, M.G.; GOMEZ, J.A.G.; ALCANIZ, M.; NOE, E.; COLOMER, C. Ebavir, easy balance virtual rehabilitation system: a study with patients. **Stud Health Technol Inform** 2010;154: 61-6.

GALANT, L.H.; FORGIARINI, L.A.J.R.; DIAS, A.S.; MARRONI, C.A. Condição funcional, força muscular respiratória e qualidade de vida em pacientes cirróticos. **Rev Bras Fisioter**. 2012; 16(1): 30-34.

GALANT, L.H.; FORGIARINI, L.A.J.R.; DIAS, A.S.; MARRONI, C.A. Maximum oxygen consumption predicts mortality in patients with alcoholic cirrhosis. **Hepato-gastroenterology**. 2013;60(125):127–30.

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Exerce using your brain: a review of human brain plasticity and training-induced learning. **Psychol Aging**. 2008;23(4):692–701.

HAYASHI, F.; MOMOKI, C.; YUIKAWA, M.; SIMOTANI, Y.; KAWAMURA, E.; HAGIHARA, A.; FUJII, H.; KOBAYASHI, S.; IWAI, S.; MORIKAWA, H.; ENOMOTO, M.; TAMORI, A.; KAWADA, N.; OHFUJI, S.; FUKUSIMA, W.; HABU, D. Nutritional status in relation to lifestyle in patients with compensated viral cirrhosis. **World Journal of Gastroenterology**. 2012;18(40):5759–70.

HILLMAN, C.; ERICKSON, K.; KRAMER, A. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nat Ver Neurosci**. 2008;9(1):58–65.

JÚNIOR, D.R.A.; GALVÃO, F.H.F.; SANTOS, S.A.; ANDRADE, D.R. Ascite – estado da arte baseado em evidências. **Rev Assoc Med Bras**. 2009;55(4):489-96.

LANNA, A.P.; COELHO, B.C.; MARTINS, I.O.C.; OLIVEIRA, I.C.; CUNHA, J.S.; BARRETO, L.V.; JAMIL, L.C.; PEREIRA, M.T.C.G.; ROCHA, V.C.S. Abordagem terapêutica na encefalopatia hepática. **Rev Med Minas Gerais**. 2011;21(4 Supl 6):S1-S143.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para hepatite C e coinfeções. Distrito federal (Brasília): **Editora MS/CGDI**, 2019. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2017/protocolo-clinico-e-diretrizes-terapeuticas-para-hepatite-c-e-coinfeccoes>. Acesso em 25. Ago. 2021

MONTERO, E.F.; ZANCHET, D.J. Realidade virtual e a medicina. **Acta Cirúrgica Brasileira**. 2003;18(5):489-490.

MORAES, R. M.; NUNES, L.; DA COSTA, F. Rosa. Serious games and virtual reality for education, training and health. **Handbook of Research on Serious Games as Educational, Business and Research Tools**. 2012: 1-22.

RAMAKRISHNA, G.; RASTOGIB, A.; TREHANPATIA, N.; SENA, B.; KHOSLAA, R.; SARIN, S.K. From Cirrhosis to Hepatocellular Carcinoma: New Molecular Insights on Inflammation and Cellular Senescence. **Liver Cancer**. 2013;2:367–383.

RESINER, M. Howard. **Patologia: uma abordagem por estudos de casos (Lange)**. 2016 ed. São Paulo: AMGH EDITORA LOCAL, 2016.

ROCHA, R.; BITTENCOURT, I.B.; ISOTANI, S. Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. **XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2015:692-701.

RODRIGUES, G.P.; PORTO, C.M. Realidade virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. **Interfaces Científicas – Educação**. 2013;1(3):97-109.

SCHIAVINATO, A.M.; MACHADO, B.C.; PIRES, M.A.; BALDAN, C. Influência da realidade virtual no equilíbrio de paciente portador de disfunção cerebelar – Estudo de Caso. **Rev Neurocienc**. 2010;19(1):119-127.

SOUZA, G.A.S.; AKUTSU, T.B.; YAMASAKI, T.N.M.; MAEGIMA, L.T.; CARVALHO, L.C.; SOUZA, R.C.C.; LIMA, M. O.; MENDES, I.S.; LIMA, F.P.S. Tecnologia de games e realidade

virtual na reabilitação fisioterapêutica: revisão de literatura. **Educação e Ciência para a cidadania global**. 2016;1-5.

TARTAGLIONE, E.R.; DERLETH, M.; YU, L.; IOANNOU, G.N. Can Computerized Brain Training Games be Used to Identify Early Cognitive Impairment in Cirrhosis? **Am J Gastroenterol**. 2014;109:316 – 323.

TORTORA, G.G.; DERRICKSON, B. Corpo Humano: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10ª ed. Porto alegre: **ARTMED**, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Hepatitis C**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-c>>. Acesso em 25.ago. 2021