

Avaliação da Experiência da Terceira Idade com Realidade Virtual na Área de Jogos Digitais para Smartphone

Rômulo Santos Silva, Camila Almeida Carlos, Artur Martins Mol, Lucila Ishitani
Instituto de Ciências Exatas e Informática Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte, Brasil
romulossan@gmail.com, camilaacarlos@pucminas.br, amol@gmail.com, lucila@pucminas.br

Resumo — O crescente mercado de tecnologia de ponta voltado para realidade virtual (RV) cresce cada vez mais no Brasil e no mundo. Dentre as vantagens que essa tecnologia oferece para a sociedade encontram-se o alto nível de imersão dos usuários e o fácil acesso, que inclui o uso por meio de celulares. Apesar de atingir com maior intensidade a parcela mais jovem da população, a utilização da RV pode trazer benefícios para idosos, devido à possibilidade de prover não somente entretenimento, mas também contribuir para uma melhora em seu bem-estar físico e psicológico. Este estudo possui a finalidade de analisar de forma quantitativa quais são os impactos sentimentais e sensoriais relacionados ao uso da realidade virtual para jogos e vídeos voltados para o público da terceira idade. Os resultados indicam que a experiência dos participantes com a realidade virtual foi positiva, uma vez que o nível de imersão se mostrou significativamente alto, assim como a taxa de aceitação e recepção por parte dos idosos para essa tecnologia.

Palavras-Chave: idosos; realidade virtual; imersão; jogos

I. INTRODUÇÃO

Apesar do processo de envelhecimento acarretar a diminuição de habilidades físicas e cognitivas, as pessoas da terceira idade, de uma forma geral, possuem o desejo de manutenção e até mesmo aprimoramento dessas habilidades [1]. O impacto causado pelo envelhecimento atinge diretamente o estado emocional dos idosos. Segundo a OMS é classificado como idoso, ou pertencente ao grupo denominado terceira idade, indivíduos que possuem acima de 60 anos.

Este contexto abre espaço para o desenvolvimento de estratégias lúdicas de entretenimento que possam contribuir para a redução não apenas do sentimento de isolamento, mas também para a melhoria do bem-estar físico e psicológico das pessoas na terceira idade.

Preliminarmente é necessário fazer uma análise sobre qual área da tecnologia impacta mais os idosos, de forma a construir algo que seja acessível para esse público. Segundo a pesquisa TIC Domicílios 2016, 80% dos brasileiros com idade acima de 60 anos nunca utilizaram um computador, 22% já acessaram a Internet. Em contrapartida, 67% dos entrevistados possuem um aparelho celular e afirmam que utilizaram o aparelho nos últimos três meses que antecederam a pesquisa, sendo que 36% utilizaram o aparelho para tirar fotos, 16% para acessar redes sociais e 8% para jogar.

É possível observar a alta prevalência no uso de celulares pelo público da terceira idade, quando comparado ao uso de computadores. Portanto os aparelhos celulares parecem ser uma opção mais viável para a oferta de serviços eletrônicos para a população da terceira idade, por se tratar de tecnologia mais difundida. Uma adição interessante ao uso de celulares seria a Realidade Virtual (VR), por apresentar um alto nível de imersão aos usuários.

Este estudo tem o objetivo de validar decisões de design de jogos de pesquisas anteriores, por meio da execução das técnicas estudadas, para, por fim, analisar quantitativamente a intensidade na qual essas técnicas de design foram capazes de impactar um grupo de idosos, com o intuito de definir a usabilidade da realidade virtual como ferramenta para o público da terceira idade. Para isso foi desenvolvido um jogo em realidade virtual que foi utilizado em testes para experimentação pelo público idoso com este tipo de tecnologia.

Os resultados demonstram que apesar de receosos com a tecnologia a princípio, os idosos acabaram por aceitá-la com uma alta taxa de aprovação ao final do experimento. Tal fato indica que conteúdo, quando tratado corretamente para esse público alvo, se mostra não somente atraente, mas também altamente imersivo.

Este artigo está organizado em seis seções. A Seção II faz uma breve revisão bibliográfica, apresentando os fundamentos e conceitos dos principais assuntos abordados neste estudo. A Seção 3 explica a metodologia utilizada durante a aplicação do experimento. A Seção 4 apresenta e disserta sobre todo o processo de game design feito para o jogo. A Seção 5 apresenta os resultados obtidos, de forma quantitativa. A Seção 6 analisa os resultados apresentados, fazendo uma breve discussão sobre o que foi encontrado e qual a correlação desses dados com os estudos bibliográficos feitos anteriormente. Por fim a Seção 7 levanta as principais conclusões sobre os resultados obtidos.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Essa seção tem a finalidade de apresentar e discorrer os conceitos relacionados aos principais assuntos abordados neste estudo.

A. Imersão e presença

Os termos imersão e presença são utilizados para relatar uma boa experiência do usuário. Em se tratando de

realidade virtual, o termo imersão é utilizado para definir o grau em que essa tecnologia é capaz de enganar os receptores sensoriais, especialmente os receptores auditivos e visuais, de forma a convencer o usuário de que ele realmente se encontra em um outro ambiente e não apenas em uma simulação, e, portanto, fazendo com que o envolvimento deste usuário com a aplicação seja consideravelmente maior [2].

Enquanto a imersão trata de aspectos técnicos, a presença é definida pelo estado fisiológico e psicológico de uma pessoa. Portanto, a presença pode ser definida pelo sentimento de estar em outro lugar, que seja diferente do local onde realmente se encontra [3].

Assim sendo um objetivo da imersão é gerar a sensação de presença nas pessoas. Quanto maior a sensação de presença, maior a chance do usuário, no mundo virtual, se comportar de uma maneira similar a que se comportaria no mundo real [2].

B. *Uncanny valley*

O conceito de *uncanny valley* propõe que objetos que se assemelham a humanoides reais, mas que não sejam tão reais quanto humanos de verdade, provocam um sentimento de estranheza e repulsa nos observadores.

Por esta razão é recomendado que os designers de personagens deem preferência a personagens mais cartunescos e estilizados ao trabalharem em conjunto com a tecnologia de realidade virtual, uma vez que essa estratégia produz um resultado superior quando comparada à de criar humanos foto realistas [4].

C. *Head mounted display (HMD)*

Dentre os dispositivos já criados com o objetivo de simular uma realidade virtual, o que possui o maior nível de imersão é o *Head Mounted Display (HMD)* [5]. Os HMDs são dispositivos que ficam encaixados na cabeça do usuário, de modo a ficarem localizados exatamente na área dos olhos para não apenas simular um outro ambiente, mas também bloquear a visão do mundo real [6].

O ajuste correto deste aparelho à cabeça é de extrema importância para o conforto dos usuários, uma vez que a movimentação da cabeça é esperada ao utilizar esse equipamento. Além disso a calibração do HMD deve ser feita de acordo com o nível de visão de cada usuário, de forma a prevenir que a imagem fique borrada. Por isso é necessário estar atento e fazer as correções necessárias para pessoas que utilizam de óculos corretivos, uma vez que elas podem sentir maior desconforto do que outros usuários [4].

D. *Realidade Virtual*

Como a realidade virtual é uma nova mídia, sua definição ainda está em curso. Inicialmente Sherman e Craig afirmaram que a realidade virtual é “um meio composto por simulações interativas de computador que detectam a posição e as ações do participante e substituem ou aumentam o feedback para um ou mais sentidos, dando a sensação de estar mentalmente imerso ou presente no mundo” [23]. Ao mesmo tempo, Bowman et al. destacaram algumas das características do modo como a realidade virtual é vista e controlada como “algo visto de um ponto de vista de primeira pessoa que é também controlado pelo usuário em tempo real” [25].

Recentemente o site Merriam-Webster definiu a realidade virtual como sendo “um ambiente artificial que é experienciado através de estímulos sensoriais (como imagens e sons) fornecidos por um computador e nos quais as ações determinam parcialmente o que acontece no ambiente” [24]. Enfim, para Jerald a realidade virtual se trata de “um ambiente gerado por computador que pode ser experienciado e interagir como se esse fosse um ambiente real” [4].

E. *Efeitos adversos*

Dentre os diversos desafios enfrentados pela tecnologia da realidade virtual estão os efeitos adversos para a saúde. Alguns desses efeitos incluem: náusea, cansaço visual, cansaço físico, dor de cabeça e a ocorrência de machucados físicos.

O Efeito Bucha, ou *Flicker*, é um dos malefícios que podem aparecer pelo uso da VR. Ele é causado pela repetição alternada na intensidade das luzes do cenário. Esse efeito pode causar fadiga, náusea, dores de cabeça, pânico, confusão, e, em casos mais graves, convulsões [7]. Assim sendo evitar luzes piscantes e manter uma taxa de atualização alta são ações que podem reduzir a chance do usuário apresentar os sintomas descritos acima [4].

O enjoo por movimentação, também conhecido como *motion sickness*, é outro sintoma negativo associado à realidade virtual. Ele ocorre devido a uma confusão do sistema vestibular, pois os olhos enxergam a movimentação enquanto o sistema vestibular não é capaz de captar o movimento, o que acaba enganando o cérebro e fazendo com que a pessoa se sinta enjoada [8]. Os sintomas do *motion sickness* incluem desconforto geral, tontura, desorientação, sudorese, letargia, náusea e até mesmo vômitos [9].

Um dos fatores que mais contribui para que o *motion sickness* ocorra é a latência. A latência é o termo utilizado para descrever o tempo entre o input e output de imagens da aplicação no equipamento HMD. Portanto a latência é o tempo que leva para que uma imagem da RV seja renderizada e encaixe com a posição da cabeça do usuário cada vez que ela se movimenta. Manter uma alta taxa de atualização da aplicação constante e utilizar de elementos virtuais mais escuros são aspectos que podem contribuir para a minimização dos sintomas [4].

Como os efeitos negativos tendem a aumentar à medida em que o uso do equipamento é prolongado [4], o conteúdo das aplicações para RV devem ser de curta duração, a fim de evitar ao máximo qualquer efeito adverso. Uma outra maneira de reduzir esses efeitos é utilizar da técnica de exposição incremental, quando a intensidade dos estímulos cresce a cada exposição ao equipamento. Dessa forma haveria uma adaptação, e, portanto, uma redução na percepção dos efeitos adversos [10].

F. *Características e experiências memoráveis*

Existem quatro atributos primários que podem caracterizar experiências memoráveis, sendo elas [11]:

- Emoções fortes: sentimento de emoções intensas como felicidade e entusiasmo;
- Alto engajamento: envolve a perda do espaço e tempo, fazendo com que os usuários fiquem focados e aumentem a sua percepção;

- Estimulação massiva: ocorre quando todo o corpo ficar imerso, com cada sensor recebendo um alto nível de estimulação;
- Escape da realidade: ocorre quando o usuário se sente psicologicamente fora do mundo real.

G. Trabalhos relacionados

Com o intuito de proporcionar entretenimento, exercício e engajamento social para resolver problemas ambientais, sociológicos e físicos enfrentados por idosos, criou-se um ambiente de dança aumentado [12], chamado de "*Dance Along*". Esse sistema é um ambiente que permite a idosos selecionarem cenas de dança de filmes clássicos conhecidos, para que possam se auto expressar e dançar de forma livre. Os autores apresentaram algumas diretrizes de design que serviram de base para este trabalho, como o incentivo ao exercício por meio do entretenimento, a associação entre memórias do passado e uma interface acessível.

Em outro estudo, avaliou-se a relação entre desempenho do sistema de realidade virtual e testes neuropsicológicos tradicionais de forma a avaliar as funções executivas [13]. Os autores citaram algumas características essenciais para ambientes virtuais (transparência, credibilidade, plausibilidade e relevância) e ressaltaram a importância dessas características para que os usuários sejam capazes de reconhecer a relevância de uma tarefa e do contexto em questão.

O acesso à tecnologia e o entendimento da maneira como elas funcionam para a capacitação de idosos acerca do controle do seu bem-estar foi o tema de um dos estudos utilizados como base para esse artigo [14]. Durante os experimentos os participantes expressaram o desejo de ir novamente a locais que já haviam visitado em suas vidas. Isso fez com que os autores percebessem que a possibilidade de viagens digitais imersivas para locais familiares pode adicionar um maior aspecto emocional à experiência tecnológica.

Em um estudo sobre a adoção do uso de realidade virtual como ferramenta de exercício para o público idoso [15], os autores identificaram a importância de adicionar elementos que sejam capazes de trazer mais vida aos ambientes virtuais, de modo a incentivar a exploração do ambiente em questão. Os resultados indicaram que a realidade virtual foi capaz de fornecer uma nova sensação relacionada à motivação intrínseca, algo que não parece estar presente em exercícios regulares.

III. METODOLOGIA

Para conduzir o experimento, fez-se necessário o desenvolvimento de um protótipo de jogo em realidade virtual para o *Google Cardboard*, uma vez que não foram encontrados jogos, na *GooglePlay Store*, que utilizem desta tecnologia e sejam voltados para o público idoso.

Todos os experimentos foram realizados de forma individual e em um ambiente fechado, com a presença dos pesquisadores e do participante. O convite para participar do experimento foi feito de forma aberta a todos os idosos presentes durante uma aula de informática do programa de extensão Mais Idade, que ocorre na Universidade PUC Minas.

A. Participantes

Três critérios foram utilizados para a seleção dos participantes, sendo eles:

1. Possuir 60 anos de idade ou mais;
2. Não possuir nenhuma condição física que impeça o participante de utilizar o equipamento de realidade virtual.

Um termo de consentimento foi lido em voz alta para cada participante, de forma a confirmar que estavam cientes em fazer parte do experimento. Dez participantes foram selecionados, sendo eles dois homens e oito mulheres. A média de idade foi de 68 anos, sendo que o mais novo possuía 60 anos e o mais velho 77. Já a mediana das idades foi de 70 anos, enquanto o desvio padrão foi de aproximadamente 4,94. Esta foi a primeira vez que todos os participantes utilizaram um aparelho de realidade virtual. Dos dez participantes, seis alegaram usar o aparelho celular diariamente, dois alegaram usar pelo menos uma vez por semana, um deles utiliza pelo menos uma vez por mês, e, o último, não utiliza aparelho celular.

Os participantes foram divididos em dois grupos, sendo que a divisão foi feita de maneira a manter uma distribuição demográfica similar entre ambos os grupos. O primeiro grupo experimentou primeiro o jogo apenas no celular e depois utilizou a realidade virtual. Já o segundo grupo fez a ordem inversa, experimentando a realidade virtual primeiro e a aplicação do celular em seguida. Essa alternância entre as formas de experimentar as tecnologias teve o objetivo de mensurar se haveria algum impacto nas avaliações dos idosos sobre as tecnologias.

B. Coleta de dados

Durante o experimento foram coletados dados sobre a *performance* do participante, engajamento e percepções sobre o processo. A *performance* foi analisada por meio da observação e gravação de vídeos durante este experimento, enquanto dados sobre engajamento e percepções foram coletados por meio de entrevista semiestruturada com os participantes ao final de cada etapa do experimento. As entrevistas foram gravadas em áudio, com o intuito de facilitar a coleta de dados para posterior transcrição e análise.

Os questionários utilizados durante as entrevistas semiestruturadas foram formulados utilizando como base a Escala de Avaliação de Emoções [21]. Por meio dessa ferramenta foi possível avaliar e compreender aspectos que eram pertinentes ao estudo, como nível de motivação, imersão, incômodo visual, tensão, medo, desconforto, enjoo, ansiedade, felicidade, relaxamento, realização, insegurança, cansaço e perda da realidade.

Como os participantes foram divididos em dois grupos, a ordem que utilizaram a tecnologia variou para cada grupo, conforme descrito na Tabela 1.

TABELA I. DADOS SOBRE A ORDEM DE COLETA DAS INFORMAÇÕES REFERENTES AOS QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS.

Grupo A	Grupo B
Entrevista	Entrevista
Experiência com jogo no celular	Experiência com jogo no VR
Entrevista	Entrevista
Experiência com jogo no VR	Experiência com jogo no celular
Entrevista	Entrevista

O experimento foi realizado de acordo com o seguinte roteiro:

1. Limpeza e preparação do equipamento.
2. Leitura e assinatura do termo de compromisso, aonde era clarificado para os idosos os procedimentos do experimento e os aplicativos que seriam utilizados.
3. Aplicação do questionário demográfico.
4. Utilização do jogo em uma das modalidades (celular ou RV).
5. Entrevista semiestruturada para coleta de dados.
6. Os passos 4 e 5 foram repetidos para cada modalidade de uso.
7. Entrevista com perguntas abertas com o objetivo de comparar as experiências foi realizada ao fim da utilização das duas modalidades do jogo.

C. Análise de dados

A análise dos dados foi obtida por meio da avaliação do questionário aplicado durante as entrevistas semiestruturadas. Nela contabilizou-se a escala dos sentimentos, que varia de 0 a 5, para cada sensação examinada pela pesquisa (Figura 1).

0	1	2	3	4	5
Não sei	Discordo plenamente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo plenamente

Quais sensações você sentiu no modo XXXX?	0	1	2	3	4	5
1 De estímulo						
2 De inclusão, eu me sinto parte do jogo						
3 De estar em lugar diferente						
4 De incômodo visual						
5 De tensão						
6 De medo						
7 De estranhamento, pois estou deslocando no jogo, mas não me movimento enquanto jogo.						
8 De enjoo						
9 De ansiedade						
10 De felicidade						
11 De relaxamento						
12 De realização						
13 De insegurança						
14 De perda da realidade						

Figura 1 – Tabela para coletar os níveis das sensações e dos sentimentos dos participantes durante a entrevista semiestruturadas.

IV. GAME DESIGN

O protótipo desenvolvido por esta pesquisa se chama "Quer Dançar?", e pode ser classificado como um jogo rítmico, uma vez que sua proposta é convidar o jogador a dançar. A perspectiva é em primeira pessoa, de modo a aumentar a imersão na experiência de realidade virtual.

A. Câmera e controles

A visão da câmera é controlada pelo jogador em tempo real, de forma que a posição indicada pelo aparelho de realidade virtual (HMD ou *Head Mounted Display*) é utilizada pelo jogo para indicar o que será renderizado.

Optou-se por não utilizar aparelhos adicionais além do HMD, como controles ou *mouse*, uma vez que *gadgets* externos podem deixar a experiência menos amigável para a população idosa [16].

B. Narrativa

A narrativa é simples, visando facilitar o contexto para os jogadores da terceira idade, deixando-os mais livres e menos confusos em relação à proposta do jogo [4]. Basicamente, o jogador assume o papel de um avô/avó que recebe a visita de sua neta, uma criança entusiasmada em mostrar a ele/ela os movimentos de dança que aprendeu recentemente, sendo o objetivo do jogo apenas acompanhar a criança enquanto ela dança. O avatar da criança atua como um facilitador da experiência de realidade virtual.

Ainda antes de começar a dançar, a criança aponta para objetos ao seu redor (Figura 2), convidando o idoso a interagir com o ambiente 3D da realidade virtual de forma sutil.



Figura 2. Personagem interagindo com objetos de composição da cena.

Após alguns diálogos com a criança, o jogador é convidado a iniciar a dança, que ocorre em uma sala de jantar temática dos anos 60/70 (Figura 3). A música também remete a tempos passados, sendo YMCA a música escolhida. Esses cuidados foram tomados de forma a sempre relaxar o idoso, deixando-o em um ambiente mais confortável e conhecido por ele.

O jogador pode optar por dançar ou simplesmente assistir a criança dançando. Não existe algo como um ranking ou pontuação na dança.

Ao final da dança, a criança parabeniza o jogador, como forma de incentivá-lo positivamente pela sua participação.

C. Ambientação

Durante a fase de pesquisa para embasamento teórico, observou-se que ambientes familiares possuem um grande valor emocional para os idosos [17], portanto optou-se pelo design de um ambiente que fosse agradável e familiar para essa audiência. O ambiente escolhido foi uma sala de estar, preenchida por modelos 3D mais antigos, que remetam aos anos 60 e 70 (Figura 3), de forma a tornar o ambiente mais agradável para os jogadores.



Figura 3. Ambientação da cena, vista de ângulos diferentes.

Diversos elementos de cenário foram escolhidos durante a montagem da sala de estar, como fotos, flores, um aparelho de rádio, um aparelho de disco de vinil e também um relógio de pêndulo. Optou-se por esses elementos para evitar a sensação de ambiente estático, proporcionando ao jogador, mesmo que inconscientemente, o desejo de explorar seus arredores [15]. Além disso, todos os *assets* utilizados na montagem do cenário passaram por uma revisão criteriosa de escala e localização, de modo a prover uma sensação de estabilidade espacial e uma melhor compreensão do cenário pelo jogador [4]. Por isso os *assets* ficaram, em sua maioria, encostados na parede, deixando apenas a criança (que é o foco da atenção) no centro da sala, o que realça não apenas a sua presença, mas também indica sua importância.

Para lidar com limitações técnicas do dispositivo celular, os modelos possuem poucos detalhes. A escolha em se utilizar modelos menos definidos pode ser compensada pelo fato que o fotorrealismo não é necessário para prover uma sensação de presença no ambiente, uma vez que jogadores podem usar da sua imaginação para completar os detalhes que faltam [18].

A iluminação foi feita minimizando as chances de efeitos adversos à saúde do jogador (como enjoos por movimento) e, portanto, o ambiente foi iluminado de forma que ficasse mais escuro e sem luzes que piscam. A intensidade da luz se mantém a mesma durante todo o jogo.

D. Design de personagem

O personagem utilizado para guiar os jogadores foi o de uma criança (Figura 4), uma vez que avatares infantis tendem a ser mais atrativos e convincentes para o público da terceira idade, pelo fato de associarem crianças aos seus netos [19].

O vestuário utilizado pela criança também foi pensado para que o idoso tivesse o máximo de conexão possível e, para tal, as roupas da menina são inspiradas nos designs e

paletas dos anos 60, invocando nos jogadores uma sensação de nostalgia imediata. Com o intuito de evitar uma possível sensação de *uncanny valley*, foi decidido que a personagem iria utilizar óculos escuro, este também inspirado nos designs dos anos 60, uma vez que o movimento dos olhos da personagem pode gerar estranheza nos jogadores [4].



Figura 4. Render final da personagem.

A animação foi pensada e executada de forma clara, bem ritmada, e com muitos ciclos repetitivos, visando não apenas facilitar a percepção dos movimentos, mas também deixá-los mais previsíveis à medida que a dança progride, o que torna a copiá-los uma tarefa mais fácil. Além disso, foram feitas animações faciais para que a personagem pudesse executar falas. As falas foram gravadas previamente e animadas em sequência, para que cada sílaba se encaixasse perfeitamente com a gravação. Juntamente com as falas a garota foi animada de forma a proporcionar uma experiência mais imersiva para os jogadores.

E. Design de som

As escolhas e montagem do áudio foram executadas visando proporcionar uma imersão maior e fazer o jogo parecer mais convincente [4]. Além disso, os sons foram implementados de modo a fornecer uma noção do local de onde eles vêm em um espaço 3D, com o intuito de fortalecer a sensação de exploração do ambiente nos jogadores.

Ao se fazer um jogo de ritmo para idosos, foi necessária uma extensa avaliação das músicas, uma vez que esse público-alvo possui uma mobilidade reduzida [20]. Foi necessário encontrar uma música que fosse mais ou menos da época de 60, evocando sentimentos de nostalgia e conexão com os jogadores, e que também fosse ritmada o suficiente para sua coreografia ser considerada fácil de ser executada por essa faixa etária. Para tanto foi escolhida a música YMCA do *Village People*, exatamente por se encaixar nos dois critérios exigidos para esse público.

F. Aspectos técnicos

Para fazer com que o jogo ficasse otimizado em aplicativos celulares, foram necessários fazer cortes técnicos na aplicação. Efeitos de câmera não foram utilizados devido ao processamento que eles exigem, algo que seria inviável em um aparelho celular. Também foi necessário que reduzir detalhes da modelagem 3D, para exigir um menor gasto da memória RAM. Além disso foi também poupado processamento por meio da iluminação de *lightmap* pré-calculado ao invés de uma iluminação em tempo real.

Por fim, utilizou-se o efeito de *anti-aliasing*, com o intuito de evitar que curvas suaves se tornem irregulares, o que impede a formação de ruídos nas imagens, deixando o jogo mais agradável visualmente. Essa funcionalidade foi configurada de modo a amenizar o *aliasing* o suficiente, porém sem aumentar a latência.

O jogo foi desenvolvido no motor de jogo Unity 3D, sendo que os modelos, assim como a personagem, seu rig e animações, foram feitos no Blender e as texturas foram feitas no GIMP.

V. RESULTADOS

Por meio das entrevistas semiestruturadas realizadas com os participantes foram coletadas informações sobre as sensações e respectivas intensidades sentidas durante a experiência com as tecnologias. Com base nesses dados foi gerado um gráfico (Figura 5) contendo a média dos níveis de sensações e sentimentos dos idosos em cada um dos quesitos utilizados na pesquisa.

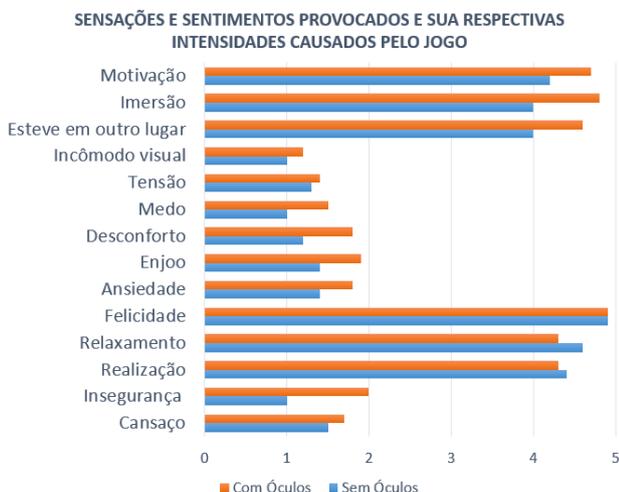


Figura 5. Gráfico geral da média dos níveis sensações e sentimentos dos participantes em relação aos quesitos analisados.

O gráfico compara a intensidade de cada um dos critérios da pesquisa (motivação, imersão, sensação de estar em outro local, incômodo visual, tensão, medo, desconforto, enjoo, ansiedade, felicidade, relaxamento, realização, insegurança e cansaço) entre a aplicação no celular (sem óculos VR) e a aplicação com realidade virtual (com óculos VR).

É possível observar na Figura 5 que a média dos critérios relacionados à realidade virtual foram maiores, tanto para critérios positivos como para critérios negativos. A motivação, sensação de imersão e sensação de estar em outro local foram significativamente maiores quando

comparadas à aplicação celular, algo esperado ao se usar uma tecnologia tão imersiva como a realidade virtual. Por outro lado, as sensações de incômodo visual, tensão, medo, desconforto, enjoo, ansiedade, insegurança e cansaço também foram maiores. Como mostrado neste trabalho, a realidade virtual pode trazer vários efeitos adversos aos usuários, especialmente quando utilizada por tempo prolongado.

A felicidade foi um critério que não apresentou diferença de intensidade entre as duas tecnologias, com níveis altos para ambas as opções. Isso é um indicativo de que a tecnologia pode, de fato, ser uma ferramenta para melhorar o nível emocional dos idosos.

Os critérios de relaxamento e realização foram maiores na aplicação celular. Isso talvez possa ser explicado pelo fato de que, ao utilizar a aplicação celular eles não se cansam tanto quanto na realidade virtual, sentindo-se mais relaxados. Também não pode ser descartada a hipótese de que o relaxamento maior possa decorrer do fato do idoso não estar utilizando um equipamento pesado na cabeça que pode deixá-lo incomodado.

Um dos participantes apresentou uma experiência excepcionalmente complicada com a realidade virtual (Figura 6). Portanto seus resultados foram bem discrepantes dos demais, acabando por influenciar na experiência geral (Figura 5) já que, por se tratar de um universo pequeno (dez participantes), cada um possui peso de 10% da nota total no experimento. Consequentemente, mesmo que os outros nove participantes tenham critérios balanceados, qualquer distúrbio gerado na amostra, ainda que seja por uma pessoa, acarreta impacto significativo no total geral.

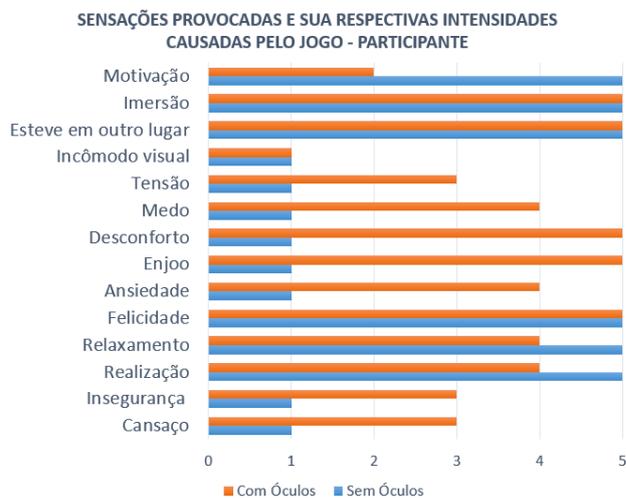


Figura 6. Gráfico da média dos níveis das sensações e sentimentos do participante que não se sentiu bem durante o experimento.

A. Envolvimento e contexto familiar

Durante as entrevistas houve diversos relatos sobre a sensação de familiaridade, tanto em relação ao ambiente como em relação ao som. Três dos dez participantes afirmaram sentir uma forte familiaridade com o ambiente em que estavam, sendo que um deles relatou que praticamente viu sua filha dançando na sala com ele. Dos dez, seis relataram que gostaram da música, achando-a uma escolha adequada.

B. Motivação e imersão

Dos dez participantes da pesquisa, seis optaram por dançar ao jogar, enquanto quatro preferiram apenas observar (Figura 8). Dos seis que preferiram dançar, todos relataram preferência pela realidade virtual, por oferecer uma liberdade de movimento maior quando comparada à aplicação celular. Dois dos seis participantes que escolheram dançar conversaram com a personagem respondendo a comentários que ela fazia, demonstrando uma forte sensação de imersão.

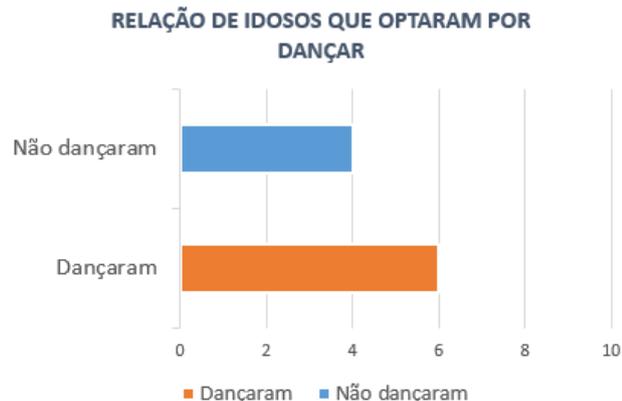


Figura 8. Gráfico da relação de idosos que dançaram ou não durante o experimento.

C. Efeitos adversos

Foi possível observar a ocorrência de efeitos adversos resultantes da experiência na realidade virtual, como enjoos e incômodo visual. Porém, apesar de se mostrarem presentes, esses efeitos ocorreram com uma intensidade pequena no grupo de participantes, uma vez que apenas um reclamou de enjoos e dois reclamaram de incômodos visuais.

O medo, tensão e ansiedade podem ser atribuídos ao fato dos participantes estarem sendo expostos pela primeira vez a uma tecnologia desconhecida, e, portanto, é normal encontrar-se apreensivo quanto a isso. Após usos sucessivos é possível que os idosos se acostumem com essa tecnologia, o que resultaria em uma provável redução desses sentimentos.

Por sua vez o incômodo visual e desconforto também são esperados, pois não estão acostumados com o HDM. Com o desenvolvimento dos HDMs é de se presumir que esses desconfortos sejam amenizados, uma vez que os dispositivos tendem a ser cada vez menores e mais confortáveis.

O efeito adverso mais preocupante, a náusea, foi relatado por apenas um dos participantes (Figura 9), valor este abaixo do esperado. Essa pequena ocorrência deveu-se às parametrizações adotadas no jogo para tentar contornar esse tipo de sensação. Apesar de todos os cuidados tomados (como a luminosidade mais escura e a falta de luzes que piscam, por exemplo) é utópico erradicar a sensação de *motion sickness*, sendo possível apenas mitiga-la.



Figura 9. Gráfico da relação de idosos que sentiram náuseas durante o experimento.

D. Barreiras tecnológicas

Durante o experimento a barreira tecnológica que os participantes têm ficou em evidência. Ao serem informados de que poderiam mover o aparelho celular para explorar o ambiente 3D, apenas dois dos dez participantes realmente movimentaram o dispositivo e olharam ao redor, enquanto o restante ficou parado (Figura 10). Em todos os casos, à medida que iam dançando (daqueles que escolhiam dançar) os idosos acabavam por mexer o celular naturalmente, porém isso ocorria mais devido ao fato de estarem dançando do que ao de ativamente desejar explorar o cenário.

Essa barreira pareceu menor com a realidade virtual, uma vez que todos os idosos pareciam ter uma intenção e vontade maior de olhar ao seu redor e explorar, reagindo a comentários que a personagem fazia com mais naturalidade. Dessa forma é plausível de se pensar que a imersão da realidade virtual faz com que eles se sintam mais presentes no ambiente, quando comparado a uso simples da tela do celular.

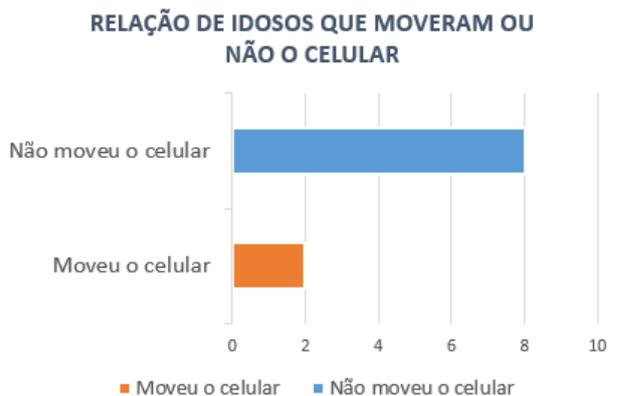


Figura 10. Gráfico da relação de idosos que movimentaram ou não o celular durante o experimento, para explorar melhor o ambiente.

E. Celular Vs. Óculos VR

Apesar da insegurança em experimentar uma nova tecnologia a maioria dos participantes ficou mais satisfeita e imersa ao utilizar a realidade virtual. Seis dos dez participantes alegaram que o som tinha uma qualidade muito melhor quando associado ao aparelho de realidade

virtual. Mesmo que o experimento tenha ocorrido utilizando os mesmos fones de ouvido e o mesmo ambiente de teste durante a aplicação celular e o HMD, os participantes afirmam que o som era melhor percebido quando jogavam na realidade virtual. Dessa forma há indícios que a imersão foi capaz de gerar percepção de som melhor.

Além disso, sete dos participantes afirmaram que a imagem se encontrava mais nítida na realidade virtual, quando em comparação com a aplicação celular. Isso pode se dar ao fato de que os participantes se sentiram mais confortáveis para explorar seus arredores, sendo capazes de criar um maior nível de proximidade e relaxamento com a cena do que com o aparelho celular.

E, por fim, nove dos participantes afirmaram que preferiram a realidade virtual à aplicação no celular. O único participante que preferiu a aplicação no celular foi o mesmo que relatou enjoos ao participar do experimento.

VI. DISCUSSÃO

A busca pela imersão dos participantes foi um dos fundamentos no design deste projeto. Atendendo esse objetivo, ao fazer a análise quantitativa dos resultados foi possível observar uma alta taxa de imersão nos participantes, da ordem de 80% com a aplicação no celular e 96% com a realidade virtual. Tais índices elevados só foram possíveis devido à aplicação, no presente projeto, de conclusões obtidas em estudos anteriores.

A escolha de uma música correta para a época pode ter resultado na associação dos participantes com uma experiência memorável [11], resultando em uma maior imersão e motivação em relação ao jogo. Além disso, a definição de um avatar criança para guiá-los durante o gameplay foi uma escolha satisfatória e também imersiva, uma vez que dois dos participantes conversaram com a personagem e um dos participantes afirmou que a criança se parecia com a sua filha. Portanto, há indícios de que idosos realmente respondem melhor e possuem uma maior afinidade com avatares infantis [19].

A opção de se utilizar um ambiente familiar como ambiente do jogo [17] foi um aspecto positivo, uma vez que três dos idosos relataram que se sentiram confortáveis durante o experimento, como se estivessem na sala de suas próprias casas. Assim sendo é possível afirmar que mesmo que os gráficos não possuam um aspecto fotorrealistas foi possível gerar nos participantes uma forte sensação de imersão [18], pois eles reagiram bem não apenas à personagem, mas também à ambientação.

É importante ressaltar que os participantes deram relatos de forma espontânea. Portanto os relatos apresentados acima não significam que o resto da população deste estudo não gostaram dos aspectos citados, mas sim que eles optaram por não comentar.

Este estudo é parte de um estudo qualitativo que posteriormente será publicado. O estudo qualitativo utilizou-se da Teoria Fundamentada como procedimento da pesquisa, assim sendo o número de participantes foi 10, pois nesse ponto a saturação já havia sido atingida. Apesar do universo limitado pelo número de participantes, para uma análise quantitativa, a avaliação das técnicas de design e da usabilidade da Realidade Virtual como ferramenta para o público da terceira idade foram relevantes quantitativamente.

Outro aspecto observado é a baixa taxa de efeitos adversos relacionados a enjoos nos participantes. Como apenas um idoso se queixou de enjoos é possível concluir que os cuidados tomados para evitar efeitos adversos, como diminuir a luz ambiente e evitar luzes piscantes [4] foram estratégias positivas e de fato fizeram diferença.

Porém, nem todo o grupo de testes ficou livre de apresentar efeitos adversos. Assim sendo é preciso que mais estudos sejam feitos nessa área, buscando evitar por completo os efeitos adversos relacionados à realidade virtual. Outro aspecto que deve ser examinado e melhorado é a questão da quebra das barreiras tecnológicas para os idosos. Durante o estudo constatou-se que a maioria dos idosos relutou em mover o aparelho celular ao jogar o aplicativo, apesar de instruídos para realizar movimentações. Logo faz-se necessário o desenvolvimento de um método para instruir os idosos em relação à capacidade das tecnologias que eles estão utilizando. Essa instrução deve ser feita de forma clara e adequada para a terceira idade, como uma ferramenta para desmistificar a tecnologia e fazer com que eles se sintam mais à vontade para utilizá-la.

VII. CONCLUSÕES

Após análise dos dados coletados pelo experimento foi possível verificar que inserir elementos familiares é uma forma de tornar o uso de novas tecnologias mais atraentes para o público idoso.

Apesar de apresentar efeitos adversos, a realidade virtual se revelou uma ferramenta eficaz para proporcionar imersão ao público-alvo (terceira idade), uma vez que as entrevistas evidenciaram relatos de uma melhor percepção do som até a sensação de uma imagem mais nítida, além de possibilitar a eles uma maior liberdade de movimentação.

Algo importante a ser ressaltado é o fato de que, ao interagirem com conteúdos adequados para o público-alvo, os idosos se sentiram mais atraídos a utilizar uma nova tecnologia, ainda que apreensivos a princípio. Neste aspecto, a atividade proposta pelo jogo de dança foi um ponto positivo uma vez que proporcionou grande engajamento dos participantes.

Consequentemente, pode-se concluir que mesmo que novas tecnologias possam ser mais atraentes para o público jovem em comparação aos idosos, é possível utilizar de tecnologias emergentes para melhorar a saúde e bem-estar do público pertencente a terceira idade, desde que o conteúdo seja cuidadosamente tratado de forma a atraí-los.

Como trabalhos futuros, sugere-se executar um novo estudo com uma população maior de participantes, de forma a comparar e validar os resultados encontrados neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Fundo de Incentivo a Pesquisa (FIP) da PUC Minas pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] D. E. Papalia, S. W. Olds, and R. D. Feldman, *Desenvolvimento Humano*, 12th ed., 2010.
- [2] M. Slater and S. Wilbur, “A framework for immersive virtual environments five: Speculations on the role of presence in virtual environments,” *Presence: Teleoper. Virtual Environ.*, vol. 6, no. 6, pp. 603–616, Dec. 1997. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- [3] M. Slater, M. Usoh, and A. Steed, “Depth of presence in virtual environments,” *Presence: Teleoper. Virtual Environ.*, vol. 3, no. 2, pp. 130–144, Jan. 1994. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1162/pres.1994.3.2.130>
- [4] J. Jerald, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & #38; Claypool, 2016.
- [5] M. K. D. Coomans and H. J. P. Timmermans, “Towards a taxonomy of virtual reality user interfaces,” in *Proceedings. 1997 IEEE Conference on Information Visualization (Cat. No.97TB100165)*, Aug 1997, pp. 279–284.
- [6] R. Dorabjee, O. Bown, S. Sarkar, and M. Tomitsch, “Back to the future: Identifying interface trends from the past, present and future in immersive applications,” in *Proceedings of the Annual Meeting of the Australian Special Interest Group for Computer Human Interaction*, ser. OzCHI '15. New York, NY, USA: ACM, 2015, pp. 540–544. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/2838739.2838833>
- [7] J. J. LaViola, Jr., “A discussion of cybersickness in virtual environments,” *SIGCHI Bull.*, vol. 32, no. 1, pp. 47–56, Jan. 2000. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/333329.333344>
- [8] G. E. Riccio and T. A. Stoffregen, “An ecological theory of motion sickness and postural instability,” *Ecological Psychology*, vol. 3, no. 3, pp. 195–240, 1991. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1207/s15326969eco0303>
- [9] R. S. Kennedy and M. G. Lienthal, “Implications of balance disturbances following exposure to virtual reality systems,” in *Virtual Reality Annual International Symposium, 1995. Proceedings.*, Mar 1995, pp. 35–39.
- [10] J. R. Lackner, “Motion sickness: more than nausea and vomiting,” *Experimental Brain Research*, vol. 232, no. 8, pp. 2493–2510, Aug 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s00221014-4008-8>
- [11] R. W. Lindeman and S. Beckhaus, “Crafting memorable vr experiences using experiential fidelity,” in *Proceedings of the 16th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, ser. VRST '09. New York, NY, USA: ACM, 2009, pp. 187–190. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1643928.1643970>
- [12] P. Keyani, G. Hsieh, B. Mutlu, M. Easterday, and J. Forlizzi, “Dancealong: Supporting positive social exchange and exercise for the elderly through dance,” in *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI EA '05. New York, NY, USA: ACM, 2005, pp. 1541–1544. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1056808.1056961>
- [13] I. Tarnanas, W. Schlee, M. Tsolaki, R. M'uri, U. Mosimann, and T. Nef, “Ecological validity of virtual reality daily living activities screening for early dementia: Longitudinal study,” *JMIR Serious Games*, vol. 1, no. 1, p. e1, Aug 2013. [Online]. Available: <http://games.jmir.org/2013/1/e1/>
- [14] M. D. M. Fernndez, J. D. S. Hermndez, J. M. Gutirrez, M. R. H. Escuela, and E. R. Fino, “Using communication and visualization technologies with senior citizens to facilitate cultural access and self-improvement,” *Computers in Human Behavior*, vol. 66, pp. 329 – 344, 2017
- [15] J. R. Bruun-Pedersen, K. S. Pedersen, S. Serafin, and L. B. Kofoed, “Augmented exercise biking with virtual environments for elderly users: A preliminary study for retirement home physical therapy,” in *2014 2nd Workshop on Virtual and Augmented Assistive Technology (VAAT)*, March 2014, pp. 23–27.
- [16] K. Seaborn, P. Pennefather, and D. I. Fels, ““learn what we're going through”: attitudes of older powered chair users towards mixed reality games that involve power mobility,” *Universal Access in the Information Society*, vol. 15, no. 4, pp. 699–711, Nov 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0450-z>
- [17] E. Chapoulie, R. Guerchouche, P. D. Petit, G. Chaurasia, P. Robert, and G. Drettakis, “Reminiscence therapy using image-based rendering in vr,” in *2014 IEEE Virtual Reality (VR)*, March 2014, pp. 45–50.
- [18] P. Zimmons and A. Panter, “The influence of rendering quality on presence and task performance in a virtual environment,” in *IEEE Virtual Reality, 2003. Proceedings.*, March 2003, pp. 293–294.
- [19] W. L. Cheong, Y. Jung, and Y.-L. Theng, “Avatar: A virtual face for the elderly,” in *Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry*, ser. VRCAI '11. New York, NY, USA: ACM, 2011, pp. 491–498. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/2087756.2087850>
- [20] D. Kern, M. Stringer, G. Fitzpatrick, and A. Schmidt, “Curball—a prototype tangible game for inter-generational play,” in *15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE'06)*, June 2006, pp. 412–418.
- [21] C. R. Carlson, F. L. Collins, J. F. Stewart, J. Porzelius, J. A. Nitz, and C. O. Lind, “The assessment of emotional reactivity: A scale development and validation study,” *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, vol. 11, no. 4, pp. 313–325, Dec 1989. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/BF00961530>
- [22] [35] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993.
- [23] [36] W. R. Sherman and A. B. Craig, *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2002.
- [24] *Dictionary by Merriam-Webster: America's most-trusted online dictionary* (2015). [Online]. Available: <https://www.merriam-webster.com>
- [25] D. A. Bowman, E. Kruijff, J. J. LaViola, and I. Poupyrev, *3D User Interfaces: Theory and Practice*. Redwood City, CA, USA: Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2004.