Use of the physiological response to improve the gaming experience

Manuel Pinto
INESC TEC
Porto, Portugal
manuel.a.alves@inesctec.pt

Miguel Melo
INESC TEC
Porto, Portugal
mcmelo@inesctec.pt

Maximino Bessa
UTAD and INESC TEC
Vila Real and Porto, Portugal
maxbessa@utad.pt

***Abstract*— New virtual reality technologies allow the user to gain a greater sense of presence in virtual environments. One of the areas where these technologies can have a major impact is the area of games that allow users to explore these environments and interact with them by receiving feedback from their actions in real time. The present study aimed to evaluate if the use of physiological signals to update the virtual environment in real-time could be used to increase the feeling of presence.**

To perform this study, an experimental study was designed based on a game that allowed the use of physiological data to calculate the participant's arousal in real-time and, based on that, modify certain elements of the virtual environment where the participants were asked to fulfill a task. With the analysis of the data obtained, it was possible to verify that the use of biofeedback did not reveal statistically significant differences for the variables tested, however, it can be concluded that the use of biofeedback improves some subscales of presence, being the users with more experience in games and more computer knowledge susceptible to such changes.

Keywords— Virtual Reality, Virtual Environments, Emotions, Presence

I. INTRODUÇÃO

No mundo dos jogos, a constante evolução da tecnologia, revolucionou como os utilizadores visualizam os mundos virtuais, onde com o auxílio dos *Head-Mounted Display* (HMD) se tornou possível visualizar de forma imersiva em redor do avatar, melhorando a capacidade de transportar os utilizadores para dentro destes mundos, consequentemente melhorando o seu divertimento, podendo esquecer os seus problemas diários ou mesmo descarregar o seu stress [1]. O conceito de Realidade Virtual pode ser descrito como um ambiente sintetizado por computador, representativo da realidade ou de um mundo imaginário; este mundo tem que ser interativo, dando aos utilizadores a possibilidade de interagir em tempo real com os elementos do mesmo [2].

Quando falamos de Realidade Virtual existem dois conceitos importantes a imersão e a Presença. A imersão pode ser definida por todas as características do ambiente virtual que se focam em oferecer ao utilizador estímulos sensoriais e possibilidade de continuar as suas ações [2]; enquanto que a Presença se foca no sentimento de ser parte integrante do mundo virtual, dependente do feedback multissensorial que a aplicação dispõe.

O sentimento de Presença pode ser avaliado a partir de métricas subjetivas, sendo reportado pelos utilizadores. Para tal existem questionários, como o Presence Questionnaire que apesar de ter sofrido diversas alterações desde que foi criado, continua em evolução, sendo atualmente constituído por 29 componentes para avaliar a Presença [3]; o ITC-Sense of Presence Inventory foca na experiencia do utilizador nos media, dividindo em quatro categorias (Sentido de Espaço Físico, *Engagement*, Validade Ecológica e Efeitos Negativos) [4]; e o Igroup Presence Questionnaire (IPQ) que mede o sentimento de Presença experienciada num mundo virtual, subdivide-se em três subescalas da geral podendo ser consideradas como fatores independentes (Presença Espacial, Envolvimento e Realismo Experienciado) [5]. Estas métricas subjetivas, podem ser afetadas pela experiência dos jogadores, uma vez que se tratam de questionários *self-reported*, os jogadores com mais experiência podem sentir que certos desafios num jogo, tornam o mesmo mais interessante, enquanto que os menos experientes podem ou não considerar que os mesmos obstáculos frustrantes [6].

Os jogos são, na sua base, um conjunto de componentes que, se funcionarem corretamente em conjunto, permitirá ao jogador ter uma experiência positiva ao jogar; estas componentes podem ser resumidas em Sociais que se refere aos aspetos de socialização entre os jogadores, bem como o papel das redes de suporte que ajudam os jogadores na aprendizagem sobre os jogos; Manipulação e Controlo referente aos modos como um jogador pode interagir e ao controlo de propriedades presentes no jogo; Narrativa e Identidade foca-se nas maneiras de como um jogador pode tomar o papel de uma personagem dentro do jogo; Recompensa e Punição consiste nos diferentes tipos de recompensas que o jogador pode receber ao ser desafiado pelo jogo, desde a punição por perder ou recompensa pelo feito conseguido, isto podendo levar a que a sua motivação seja influenciada; Apresentação que consiste em todas as qualidades estéticas de um jogo sendo fundamental para o sucesso do jogo [7]. Tendo como base, os diferentes eventos de um jogo, bem como os padrões de jogo de cada jogador, Cowley et al. [8] conseguiram reunir informação suficiente para que, com a utilização de algoritmos de aprendizagem permita a classificação de eventos a partir de dados psicológicos, com a criação da sua *framework* obtiveram uma ferramenta de avaliação do design de jogo suficiente para providenciar observações sobre a experiência que o jogador, detetando as reações de cada participante em cada evento, tendo potencialidade de uso para quem desenvolve jogos. Nestes estudos os algoritmos foram confirmados numa perspetiva manual para verificar a sua veridicidade.

978-1-5386-8228-9/17/$31.00 ©2018 IEEE

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

O presente estudo teve como base o estudo de Pinto *et al.* [9] que se focou na avaliação do impacto de diferentes dispositivos de visualização no estado emocional de pessoas em diferentes ambientes virtuais, uma vez que se especulava que a utilização de HMD permite uma maior Presença num mundo virtual, influenciando também o estado emocional. Para avaliar o estado emocional foram utilizados os dados fisiológicos, sendo estes mapeados para o espaço bidimensional *valence-arousal*; onde o *valence* refere o quão agradável ou desagradável uma emoção é, sendo o batimento cardíaco um dado que permite diferenciar emoções positivas das negativas; o *arousal* foca-se em medir o quão intensa ou letárgica uma emoção é, a condutância da pele mostra-se como principal dado uma vez que certas glândulas sudoríparas respondem ao estímulo psicológico. Os autores concluíram que a utilização destes equipamentos e a qualidade do ambiente virtual influenciavam a Presença do utilizador, mas não apresentavam diferenças consideráveis no estado emocional. Contudo, os resultados obtidos indiciaram que o jogo mais misterioso resultou num maior nível de Presença e mais suscetibilidade a nível de *arousal* e *valence*. Assim, neste artigo coloca-se a hipótese de que o uso de sinais fisiológicos para mudar os elementos do cenário de jogos mais misteriosos pode potenciar o sentimento de Presença [9].

A utilização de HMD permite uma maior Presença do utilizador, pode-se garantir uma redução nas interferências externas, possibilitando que o comportamento dos jogadores modifique os objetivos, a jogabilidade e/ou o comportamento dos jogos, estes têm que ser pensados com muito cuidado, de modo a oferecer a melhor experiência de jogo [10]. Isto pode ser um desafio uma vez que os jogos contêm interações afetivas rápidas e ricas, dificultando a recolha e anotação consistente das emoções.

Os jogos fornecem diversos estímulos sensoriais, como os auditivos e visuais, que providenciam aos utilizadores alterações emocionais que podem ser recolhidas a partir dos dados fisiológicos[11]. Esta recolha pode ser impraticável em certos jogos, uma vez que os sensores de recolha são altamente intrusivos, afetando a Presença do jogador, ligando-o ao mundo real.

Um dos aspetos importantes dos jogos consiste em providenciar ao jogador um conjunto de desafios para que este se sinta entretido, tornando-se numa experiência mais agradável; a dificuldade influencia apenas o processo cognitivo e não apresenta efeito nas emoções, mas o sucesso no jogo e o desafio influenciavam as emoções. Um dos aspetos importante consiste na experiência dos jogadores uma vez que os mais experientes têm expetativas de ganhar e sentem-se frustrados se perderem, enquanto os menos experientes não apresentam expetativas sobre o seu desempenho [12].

Estudos recentes, realizados por Limperos *et al.* [13], realçaram aspetos importantes relativos ao *arousal* sentido por jogadores, onde os que jogavam mais frequentemente sentiam menos *arousal* quando jogavam um jogo 3D em comparação com jogam um jogo em 2D. Por outro lado, com os jogadores menos frequentes ocorria o inverso, uma possível explicação para o sucedido seriam como os menos frequentes não estão habituados a jogar, acharam que o jogo em 3D seria os mais atrativo, no caso dos mais frequentes, o mesmo jogo não correspondia às suas espectativas; o que conclui que a experiência de jogabilidade de um participante pode influenciar as emoções do mesmo, se a componente visual não chegar às suas espectativas. Em relação ao sentimento de Presença, Shafer [14] explicou que este sentimento se encontra associado com o aumento do prazer de jogar; mas na literatura da Presença sugere que a diminuição do *arousal* pode significar um conjunto de diferentes experiências emocionais desde imersão, excitação, frustração ou mesmo stress.

Na última década surgiram algumas propostas de jogos ou modificações a jogos existentes, onde o *biofeedback* modifica algumas das suas componentes, como o EMOshooter que modificava a frequência de disparo e coice da arma, a velocidade de movimento do avatar e o tremer da imagem com o respiração e condutância da pele [15]; a adaptação do Left 4 Dead onde modificavam o aparecimento dos inimigos, localização de armas e acessórios, entre outros com a condutância da pele [16]; VANISH que com a condutância da pele, batimento cardíaco e eletromiografia alterava os eventos do inimigo e de ambiente, a energia e velocidade de movimento do avatar, efeitos sonoros e visuais [17]; entre outros jogos.

A motivação para este estudo é explicada pela especulação que a utilização de *biofeedback* permite adaptar o jogo ao jogador e consequentemente permite-lhe sentir uma maior Presença no mundo virtual. Para estudar este fator, utilizamos por base o *arousal* que, segundo a literatura indicia o stress do utilizador associado ao jogo. De forma a alargar o âmbito do estudo, também será estudado se o género do participante tem impacto na Presença. Assim, pretende-se utilizar os dados fisiológicos de um utilizador de dispositivos de visualização de realidade virtual de forma a modificar uma componente de um jogo de forma a avaliar se esta metodologia tem impacto no sentimento de Presença e respetivas subescalas.

II. Estudo experimental

O estudo experimental aqui descrito é transversal de caráter quantitativo, recorrendo a métricas objetivas e subjetivas para a avaliação dos estímulos utilizados.

A. Amostra

A amostra é constituída por um total de 35 participantes (19 femininos e 16 masculinos) com idades entre os 18 e os 33 (M=22.6, SD=3.687); estes foram divididos em dois grupos tendo em conta a variável independente a utilização do *biofeedback*. Assim, a amostra ficou distribuída por dois grupos havendo o cuidado de balancear grupos tendo em conta o género. Assim, o grupo 1 (sem *biofeedback*) foi composto por um total de 18 participantes (10 femininos e 8 masculinos) e o grupo 2 (com *biofeedback*) foi composto por um total de 17 participantes (9 femininos e 8 masculinos).

B. Materiais

O dispositivo de visualização utilizado consistiu num HMD HTC Vive. Para a captura dos sinais fisiológicos, foi utilizado o dispositivo NeXus-10 MKII da MINDMEDIA, um dispositivo de qualidade clínica que permitiu a captura da atividade eletrodérmica para o cálculo dos valores de *arousal*. Como a atividade eletrodérmica é proporcional ao *arousal*, os valores foram de *arousal* foram calculados normalizando a resposta

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

eletrodérmica para uma escala de 0 a 100. Para que o participante não fosse interrompido durante a experiência foram utilizados uns headphones BOSE, com cancelamento ativo de ruído. O dispositivo de interação utilizado foi um comando *wireless* Xbox 360 para Windows da Microsoft utilizado para a movimentação do participante no mundo virtual. A experiência foi executada num computador *desktop* com um processador Intel i7-5820K, placa gráfica Nvidia GeForce GTX 980 Ti e com 16GB de memória RAM (Fig. 1).

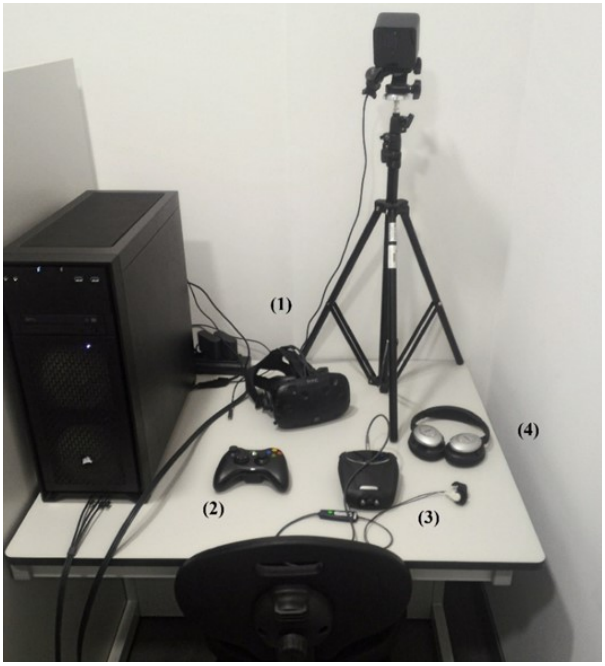

Fig. 1 - Material utilizado pelo participante: HMD HTC Vive (1), comando Xbox 360 (2), NeXus-10 MKII (3) e headphones (4).

Para obter a demografia dos participantes utilizou-se um pré-questionário genérico; a partir do IPQp [18] pode-se obter a componente de Presença e respetivas subescalas (Presença, Presença Espacial, Envolvimento e Realismo Experienciado). O IPQp consiste numa versão traduzida e validada para português do questionário de Presença IPQ.

Para o presente estudo experimental, foi desenvolvido um jogo, onde se recorreu ao motor de jogo Unity, versão 5.5.1f1, para o seu desenvolvimento.

O ambiente virtual desenvolvido pretendia recriar a situação noturna do estudo anterior, sendo assim, criou-se uma floresta, constituída por diversos tipos de árvores, por uma camada de relva verdejante e que se encontrava rodeada por montanhas; neste mundo virtual existem alguns locais, um parque de campismo, um lago das rãs, um altar do céu e por um rochedo dos cogumelos brilhantes (Fig. 2); com a ajuda de um caminho, o participante visitava estes locais.

O participante enquadra-se neste jogo como personagem principal, onde o início desta história começa com a situação de ter ido acampar com o seu cão (Fig. 3) e este ter fugido com medo durante a noite, então o objetivo do jogador será encontrar o seu cão, por meio de pistas auditivas (o latido do cão) e visuais (pegadas do cão), tendo ao seu dispor a sua lanterna. Para que o participante não se perca foram acrescentadas algumas vedações, placas informativas, bem como alguns bloqueios para não permitir o retorno.

Fig. 2 - Ambiente gráfico do parque de campismo (1), do lago das rãs (2), altar do céu (3) e o rochedo dos cogumelos brilhantes (4).

A componente de jogo alterada dinamicamente era a lanterna do utilizador. A lanterna consistia num modelo de spot light onde apenas a intensidade luminosa era modificada de forma a que o campo de visão e a distância de visão do utilizador se alterassem de forma a fazer com que o ambiente se tornasse mais/menos tenebroso. Como unidades de medida, foram utilizados os valores unitários de intensidade de luz do motor de jogo Unity. No grupo 1 esta intensidade mantinha-se constante no valor de 2 durante a realização da experiência, enquanto que no grupo 2 a intensidade variava com os valores do *biofeedback* do participante, que neste estudo consistia nos valores de *arousal*. Deste modo a intensidade alternava suavemente entre os valores 2,3 e 4, onde quanto maior fosse o valor de *arousal* maior seria a intensidade luminosa, este mapeamento deve-se a que segundo a literatura, o medo é considerado como uma situação stressante, e uma situação stressante indica elevado *arousal* logo, para este jogo quanto mais medo o jogador sentir maior será a intensidade da lanterna.

Fig. 3 - Cão que o jogador tem que encontrar.

C. *Procedimento*

A experiência decorreu em ambiente controlado. Antes de dar início à experiência propriamente dita, foi pedido ao participante para preencher um questionário sociodemográfico.

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

Tabela 1 - Resultados da análise ANOVA relativos ao impacto do biofeedback no sentimento de Presença e respetivas subescalas, tendo em conta a amostra na sua totalidade

	Biofeedback						
	Sem		Com				
Escala Presença	Média	S.D.	Média	S.D.	p	η_p^2	Poder Observado
Presença Espacial	4.146	.403	4.271	.412	.356	.031	.148
Envolvimento	3.484	.739	3.203	.881	.315	.036	.167
Realismo Experienciado	2.813	.581	2.984	.883	.498	.017	.102
Presença	3.576	.347	3.598	.423	.874	.001	.053

Para evitar alguma desorientação durante a exploração do ambiente virtual, foi utilizada uma cadeira com base rígida na realização da experiência. Após explicar aos participantes como iriam participar na experiência sem referir o objetivo para evitar condicionamentos, bem como enquadrar o mesmo com a situação da experiência, era colocado no participante o sensor da atividade eletrodérmica para a captura deste dado fisiológico, sendo colocado nos dedos indicador e do meio da mão não dominante.

Ao terminar o participante preenche o questionário de Presença. Tendo a experiência uma duração entre 10 a 15 minutos, dependendo do tempo despendido pelo participante a explorar o ambiente virtual, garantiu-se o tempo mínimo de exposição de 1 minuto de modo não comprometer o sentimento de Presença [19].

D. Variáveis

O presente estudo teve como variáveis independentes a utilização de *biofeedback* para modificar o jogo e o género do utilizador. Foram considerados dois níveis no que diz respeito à variável utilização de *biofeedback*: sem utilização de *biofeedback* (o campo de visão mantinha-se inalterado durante toda a experiência virtual) e com utilização de *biofeedback* (com base nos valores de *arousal*, o campo de visão era alterado dinamicamente) Como variáveis dependentes, foram consideradas o sentimento de Presença e as respetivas subescalas medidas através do IPQp (Presença Espacial, Envolvimento e Realismo Experienciado).

III. RESULTADOS

Da amostra inicial de 35 participantes, 3 participantes desistiram. A análise de resultados foi feita utilizando métodos paramétricos. Dada a normalidade dos dados (Assimetria ± 2 e Curtose ± 2), a análise de resultados foi feita de forma paramétrica. Para isso, realizou-se uma análise preliminar dos resultados para verificar a distribuição normal dos dados através da Curtose e Assimetria. A análise dos resultados foi feita com recurso a análises de variância (ANOVA).

A utilização do *biofeedback* para modificar o jogo, não apresentou no sentimento de Presença nenhuma diferença significativa, [F (1 ,28) = 0.026, p = 0.874] Tabela 1; ocorrendo a mesma situação nas subescalas de Presença, onde a Presença Espacial, [F (1 ,28) = 0.881, p = 0.356] Tabela 1; o Envolvimento, [F (1 ,28) = 1.045, p = 0.315] Tabela 1; e o Realismo Experienciado, [F (1 ,28) = 0.026, p = 0.874] Tabela 1.

Entre géneros Tabela 2, os participantes apenas exibiram diferenças significativas para o Realismo Experienciado, [F (1 ,28) = 2.127, p = 0.049], sendo que no sentimento de Presença, [F (1 ,28) = 0.450, p = 0.508], na Presença Espacial, [F (1 ,28) = 0.881, p = 0.356] e no Envolvimento [F (1 ,28) = 1.858, p = 0.184] não se verificaram diferenças estatisticamente significativas.

Com base nos resultados entre géneros, que mostrou maior Realismo Experienciado nos participantes do género masculino, decidiu-se analisar de forma independente cada género para uma melhor compreensão dos resultados.

Os participantes do género feminino, demonstraram que a variável utilização do *biofeedback* não apresentava diferenças significativa entre condições no sentimento de Presença, [F (1 ,14) = 0.100, p = 0.757], Presença Espacial, [F (1 ,14) = 1.842, p = 0.196], no Envolvimento, [F (1 ,14) = 0.441, p = 0.518] Tabela 3; nem Realismo Experienciado, [F (1 ,14) = 0.054, p = 0.819] Tabela 3.

No que diz respeito aos participantes do género masculino Tabela 4, verificaram-se diferenças significativas entre condições no que diz respeito a Envolvimento ([F (1 ,14) = 2.523, p = 0.135]) e de Realismo Experienciado ([F (1 ,14) = 2.157, p = 0.164]) sugerem que, apesar de o valor de p > 0.05, estamos perante um erro tipo II (ηp2 = 0.153 e ηp2 = 0.134, respetivamente).

De forma complementar e para permitir uma maior compreensão dos resultados obtidos, as variáveis independentes

Tabela 2 - Resultados da análise ANOVA referentes ao impacto do género no sentimento de Presença e respetivas subescalas, tendo em conta a amostra na sua totalidade

	Género						
	Feminino		Masculino				
Escala Presença	Média	S.D.	Média	S.D.	p	η_p^2	Poder Observado
Presença Espacial	4.146	.316	4.071	.483	.356	.031	.148
Envolvimento	3.531	.554	3.156	.991	.184	.062	.261
Realismo Experienciado	2.641	.779	3.156	.618	.049	.131	.511
Presença	3.540	.383	3.633	.386	.508	.016	.099

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

Tabela 3 - Resultados da análise ANOVA relativos ao impacto do biofeedback no sentimento de Presença e respetivas subescalas nos participantes do género feminino

	Biofeedback						
	Sem		Com				
Escala Presença	Média	S.D.	Média	S.D.	p	η_p^2	Poder Observado
Presença Espacial	4.250	.408	4.042	.148	.196	.116	.244
Envolvimento	3.438	.704	3.625	.378	.518	.031	.095
Realismo Experienciado	2.687	.753	2.594	.855	.819	.004	.055
Presença	3.571	.483	3.509	.282	.757	.007	.060

utilização de feedback e género de utilizador foram também analisadas tendo em conta os dados sociodemográficos, nomeadamente a Experiência com computadores e Frequência em jogos de computador.

Entre as condições da variável independente utilização do *biofeedback*, nem Experiência com computadores [F (1 ,28) = 0.812, p = 0.812] nem Frequência em jogos de computador [F (1 ,28) = 0.071, p = 0.792] apresentaram diferenças estatisticamente significativas Tabela 5.

Já entre géneros, tanto a Experiência com computadores [F (1 ,28) = 12.986, p = 0.001] como a Frequência em jogos de computador apresentaram diferenças estatisticamente significativas, [F (1 ,28) = 15.990, p = 0.001] Tabela 6.

IV. Discussão dos resultados

Pela análise dos resultados obtidos, pode-se evidenciar que a utilização do *biofeedback* para modificar o campo de visão, não revelou diferenças significativas no sentimento de Presença, nem nas respetivas subescalas. Estes resultados sugerem que o *biofeedback* utilizado, no que diz respeito a este jogo, não afeta a Presença do utilizador. No entanto, através da análise descritiva, é possível verificar que os participantes do género masculino demonstraram maior Realismo Experienciado do que os participantes do género feminino, mas no sentimento de Presença e nas restantes subescalas não existiram diferenças que permitissem fazer este tipo de observação; esta diferença pode indicar que os participantes do género masculino consideraram o ambiente virtual como mais realista. Esta comparação realizou-se utilizando a amostra completa, será que dentro de cada género existiram diferenças na utilização do *biofeedback*.

No que diz respeito à utilização de *biofeedback*, e no caso do género feminino, os participantes que realizaram esta experiência com *biofeedback* não demonstraram diferenças significativas no sentimento de Presença, nem nas respetivas subescalas; ou seja, neste género os participantes reportaram níveis semelhantes no sentimento de Presença e nas respetivas subescalas, independentemente da condição utilizada. Já no que diz respeito ao género masculino, foram obtidos resultados de interessantes: os participantes que realizaram esta experiência com o *biofeedback* reportaram semelhantes sentimentos de Presença geral, no entanto nas subescalas de Presença, reportam maiores níveis de Presença espacial de forma significativa, o que pode indicar que estes sentiram-se mais presentes no ambiente virtual em comparação com os que realizaram a experiência normal; nas restantes subescalas estes participantes reportaram uma possível existência de significância, mas com estes resultados não se torna possível o confirmar, no entanto pode-se observar que estes participantes perderam atenção relativa ao ambiente virtual, verificada na média inferior no Envolvimento, o que pode indicar que como a intensidade luminosa do campo de visão variava, os seus níveis de atenção também variavam modificando o seu foco de atenção relativo ao ambiente virtual; também reportaram maior realismo do ambiente virtual, verificado no incremento da média no Realismo experienciado, este aumento também se pode dever há variação relativa da intensidade luminosa do campo de visão.

A partir destes resultados pode-se retirar que os participantes do género masculino obtiveram maior Realismo Experienciado, e entre os participantes deste género existiram diferenças nas subescalas de Presença. Como o questionário IPQp consistia em afirmações que o participante tinha que concordar ou discordar, ou seja era um questionário de autorrelato, a experiência do participante pode condicionar as suas respostas [6]. Assim, pôs-se a hipótese dos participantes mais experientes ou conhecedores do meio dos jogos terem reportado maiores sentimentos de Presença relativamente aos menos experientes.

Ao analisar os dados demográficos pode-se evidenciar que na condição de utilização do *biofeedback*, os participantes demonstraram níveis semelhantes de Conhecimento em computadores e de Experiência em jogos, uma vez que não apresentaram diferenças significativas, o que pode indicar que na realização deste estudo os participantes foram divididos de forma coerente. No entanto, entre géneros ocorrem diferenças significativas, onde o género masculino mostrou superioridade

Tabela 4 - Resultados da análise ANOVA relativos ao impacto do biofeedback no sentimento de Presença e respetivas subescalas nos participantes do género masculino

	Biofeedback						
	Sem		Com				
Escala Presença	Média	S.D.	Média	S.D.	p	η_p^2	Poder Observado
Presença Espacial	4.042	.396	4.500	.471	.054	.241	.500
Envolvimento	3.531	.818	2.781	1.056	.135	.153	.316
Realismo Experienciado	2.938	.347	3.375	.768	.164	.134	.278
Presença	3.580	.159	3.688	.536	.596	.021	.080

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

Tabela 5 - Resultados da análise ANOVA referentes ao impacto do biofeedback nos dados demográficos dos participantes

	Biofeedback						
	Sem		Com				
Dado demográfico	Média	S.D.	Média	S.D.	p	η_p^2	Poder Observado
Experiência com computadores	4.188	.981	3.938	.854	.375	.028	.140
Frequência em jogos de computador	2.813	1.471	2.688	1.741	.792	.003	.058

Tabela 6 - Resultados da análise ANOVA referentes ao impacto do género nos dados demográficos dos participantes

	Género						
	Feminino		Masculino				
Dado demográfico	Média	S.D.	Média	S.D.	p	η_p^2	Poder Observado
Experiência com computadores	3.563	.964	4.563	.512	.001	.317	.935
Frequência em jogos de computador	1.813	1.377	3.688	1.196	.001	.363	.971

em relação ao género feminino em ambos os dados, revelando que o questionário IPQp poderá ter sido afetado pela experiência e/ou conhecimento do participante na área dos jogos e computadores, indicando que os participantes masculinos uma vez que demonstraram maior conhecimento reportaram maior sentimento de Presença e níveis superiores nas subescalas de Presença.

De referir ainda que as desistências registadas durante o estudo experimental foram devidas a um estado de náusea induzido pelo jogo. Uma razão possível para tal poderá dever-se à movimentação do participante no mundo virtual pois a rotação horizontal da perspetiva do jogador era muito sensível. Para tentar minimizar ou mesmo remover estes sentimentos, será estudado em trabalhos futuros de forma a perceber a sua verdadeira origem e delinear estratégias para contornar estes efeitos negativos.

V. Considerações finais e trabalho futuro

Com este estudo, pretendeu-se avaliar se a utilização do *biofeedback* influenciava a experiência de jogo do utilizador, nomeadamente o sentimento de Presença e respetivas subescalas. Para o efeito, desenvolveu-se um jogo que permitia a utilização do *biofeedback* para modificar, em tempo real, uma das suas caraterísticas, nomeadamente a intensidade luminosa do campo de visão. Os resultados demonstraram que a utilização do *biofeedback*, na mecânica de jogo implementada, não afetava o sentimento de Presença dos participantes, mas que a experiência em jogos e/ou conhecimento em computadores potenciava o seu sentimento de se encontrar fisicamente no ambiente virtual; como esta mecânica não produziu alterações no sentimento de Presença, não indica que outras mecânicas não possam produzir alterações. Apesar de neste estudo não ter sido registada significância entre condições, a experiência subjetiva de realismo era superior e a atenção dedicada ao ambiente virtual era inferior no cenário com *biofeedback*; o que pode indicar que a aplicação deste *biofeedback* na intensidade luminosa pode afetar o foco de atenção modificando a perceção de realismo do ambiente virtual.

Neste estudo foi possível observar que no conhecimento do mundo tecnológico e dos jogos, o género masculino apresentou-se predominante, podendo ter afetado o questionário IPQp, uma vez que, como a experiência do utilizador afeta os questionários *self-reported*, os participantes mais conhecedores poderão ter respondido com base nos seus conhecimentos. Sendo possível verificar em outro estudo, tendo em conta a experiência do participante e avaliar se esta afeta ou não o questionário.

Como trabalho futuro, e dado o número de desistências, espera-se realizar um estudo ao nível do cybersickness de forma a perceber os fatores que induziram um efeito negativo nos participantes. Com base nisso, é pretendido aplicar este estudo a outras mecânicas existentes nos jogos, bem como potenciar a capacidade de despertar mais emoções aos jogadores no jogo desenvolvido.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização – COMPETE 2020 no âmbito do projeto «POCI-01-0145-FEDER-006961» e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do projeto UID/EEA/50014/2013. Todo o trabalho desenvolvido decorreu no Laboratório de Realidade Virtual MASSIVE.

Bibliografia

[1] C. V. Russoniello, K. O'Brien, and J. M. Parks, "The effectiveness of casual video games in improving mood and decreasing stress," *Journal of Cyber Therapy and Rehabilitation*, vol. 2, no. 1. pp. 53–66, 2009.

[2] P. Fuchs, P. Guitton, and G. Moreau, *Virtual reality : concepts and technologies*. 2011.

[3] C. J. Jerome, "The Factor Structure of the Presence Questionnaire," vol. 14, no. 3, 2005.

[4] E. Keogh, "A Cross-Media Presence Questionnaire : The ITC-Sense of Presence Inventory," vol. 10, no. 3, pp. 282–297, 1998.

[5] T. Schubert and F. Friedmann, "The Experience of Presence : Factor Analytic Insights," vol. 10, no. 3, pp. 266–281, 1998.

[6] A. Drachen, L. E. Nacke, G. Yannakakis, and A. L. Pedersen, "Correlation between heart rate, electrodermal activity and player experience in first-person shooter games," *Proc. 5th ACM SIGGRAPH Symp. Video Games - Sandbox '10*, no. July 2016, pp.

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

49–54, 2010.

[7] D. King, P. Delfabbro, and M. Griffiths, “Video game structural characteristics: A new psychological taxonomy,” *Int. J. Ment. Health Addict.*, vol. 8, no. 1, pp. 90–106, 2010.

[8] B. Cowley, I. Kosunen, P. Lankoski, J. M. Kivikangas, S. Järvelä, I. Ekman, J. Kemppainen, and N. Ravaja, “Experience Assessment and Design in the Analysis of Gameplay,” *Simul. Gaming*, vol. 45, no. 1, pp. 41–69, 2014.

[9] M. Pinto, H. Coelho, M. Melo, and M. Bessa, “Impact of different display devices and types of virtual environments on emotions and feeling of presence,” *EPCGI 2017 - 24th Encontro Port. Comput. Graf. e Interacao*, vol. 2017–Janua, no. 978, pp. 1–7, 2017.

[10] I. Kotsia, S. Zafeiriou, G. Goudelis, I. Patras, and K. Karpouzis, “Multimodal Sensing in Affective Gaming,” in *Emotion in Games*, 2016, pp. 59–84.

[11] G. N. Yannakakis, H. P. Martinez, and M. Garbarino, “Psychophysiology in Games,” in *Emotion in Games*, 2016, pp. 119–137.

[12] J. Kneer, M. Elson, and F. Knapp, “Fight fire with rainbows: The effects of displayed violence, difficulty, and performance in digital games on affect, aggression, and physiological arousal,” *Comput. Human Behav.*, vol. 54, pp. 142–148, 2016.

[13] A. Limperos, T. F. Waddell, A. H. Ivory, and J. D. Ivory, “Psychological and Physiological Responses to Stereoscopic 3D Presentation in Handheld Digital Gaming : Comparing the Experiences of Frequent and Infrequent Game Players,” pp. 341–353, 2014.

[14] D. Shafer, “Spatial Presence and Perceived Reality as Predictors of Motion-Based Video Game Enjoyment,” 2011.

[15] T. Saari, M. Turpeinen, K. Kuikkaniemi, I. Kosunen, and N. Ravaja, “Emotionally adapted games - An example of a first person shooter,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5613 LNCS, no. PART 4, pp. 406–415, 2009.

[16] M. Ambinder, “Biofeedback in gameplay: How valve measures physiology to enhance gaming experience,” *Game Dev. Conf.*, 2011.

[17] V. P. Torres, “Development of Biofeedback Mechanisms in a Procedural Environment Using Biometric Sensors,” *CoRR*, 2013.

[18] J. Vasconcelos-Raposo, M. Bessa, M. Melo, L. Barbosa, R. Rodrigues, C. M. Teixira, L. Cabral, and A. A. Sousa, “Adaptation and validation of the igroup presence questionnaire ipq in a portuguese sample,” *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 25, no. 3, pp. 191–203, 2016.

[19] M. Melo, J. Vasconcelos-Raposo, and M. Bessa, “Presence and cybersickness in immersive content: Effects of content type, exposure time and gender,” *Comput. Graph.*, vol. 71, pp. 159–165, Apr. 2018.

Authorized licensed use limited to: b-on: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Downloaded on May 04,2023 at 13:54:36 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.