

Correlation between Game Experience and Presence in immersive virtual reality games

Guilherme Goncalves*, Hugo Coelho*[†], Pedro Monteiro*[†], Miguel Melo[†], and Maximino Bessa*[†]

*Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

[†]INESC TEC, Porto, Portugal

Email: guilhermeg@utad.pt

Abstract—Virtual Reality (VR) technologies have evolved to the point where it is being used in various areas (entertainment, medicine, education, etc.). One of the metrics that allow the evaluation of the virtual experience is Presence. In this work, we conduct an exploratory study that studies which factors of VR games correlate to presence. Various components of games are also shared between other VR applications allowing the results to be applicable not only in VR games. A study with 78 participants divided into 5 groups was conducted where each group played a different VR game. Presence and Game Experience were evaluated. The results indicated multiple positive correlations between subscales of Presence and Game Experience.

Index Terms—Virtual Reality, Presence, Game Experience

I. INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) têm vindo a mostrar o seu potencial nas mais diversas áreas, tais como entretenimento [1], [2], educação [3]–[5], ou treino [6], [7]. Os custos destes sistemas têm-se tornado cada vez mais baixos, chegando assim a um número maior de utilizadores. Os sistemas de RV imersivos, que no contexto este trabalho são considerados aqueles que permitem uma grande abstração da realidade tais como os *head-mounted display (HMD)*, levam a que os utilizadores se sintam mais presentes no ambiente virtual levando a que estes ajam dentro deste tal como agiriam no ambiente real. A este sentimento é dado o nome de Presença [8]–[13]. No contexto deste estudo, presença pode ser definido como a sensação subjetiva de nos encontrarmos dentro de um ambiente virtual como se este fosse real. Este sentimento é muitas vezes usado na literatura para avaliar ambientes virtuais [8], [10], [14]–[17], tornando-se pertinente estudar os fatores influenciam este mesmo sentimento de Presença. Existem várias maneiras de avaliar Presença, sendo que podem ser utilizadas métricas subjetivas através de questionários [18]–[20] ou entrevistas, através do comportamento do utilizador [21], [22]; ou métricas objetivas como sinais fisiológicos [23]–[25].

Presença e imersão são muitas vezes confundidos. Segundo Mel Slater, imersão é a componente objetiva de Realidade Virtual, o quão a tecnologia consegue isolar o utilizador do mundo real e apresentar um mundo virtual credível aos nossos sentidos. Quanto maior a imersividade de um sistema, maior a probabilidade de um utilizador se sentir presente (sendo este ultimo um estado da consciência) [22].

*Corresponding author.

Das aplicações de RV, os jogos destacam-se por oferecerem grandes níveis de envolvimento levando a que os utilizadores se abstraíam da realidade ao seu redor. Na verdade, os jogos, quer sejam de tabuleiro, em consolas portáteis, telemóveis, entre outros, conseguem abstrair o jogador do mundo real, do seu envolvente, e concentrar a sua atenção no jogo. Quando Presença se desenvolve, utilizadores tendem a perder noção do espaço real envolvente. Assim, podemos reparar que existe uma certa ligação à teoria de *Flow* de Csikszentmihalyi [26]. *Flow* é um estado mental onde uma pessoa está totalmente imersa naquilo que está a fazer. Quando neste estado, as pessoas tendem a perder noção do tempo, do espaço envolvente e autoconsciência. Esta teoria já foi adaptada para jogos [27], [28]. É possível argumentar que quando uma pessoa atinge o estado de *flow*, por estar a fazer algo que gosta, concentrando toda a atenção nessa tarefa, pode resultar numa maior sensação de Presença. Novak *et al.* [29] realizou um *survey* que suporta esta relação. Os jogos excelentes exemplos de aplicações que entretêm, são divertidos e requerem atenção dos jogadores, oferecendo condições ideais para que o estado de *flow* se desenvolva. Podemos então assumir que uma maior atenção dada à experiência virtual pode resultar numa maior sensação de Presença, desde que a razão ao qual o utilizador esteja a dar mais atenção ao ambiente virtual seja coerente como toda a experiência. Os jogos de RV, tornam-se, portanto, um importante objeto de estudo.

Um elemento presente em vários jogos são a narrativa/história. Segundo Mel Slater [8], [22] uma das dimensões de imersão é o enredo de um ambiente virtual. Este pode ser definido como o quão o ambiente virtual consegue “remover” o participante da realidade quotidiana e que este possa perceber e agir num mundo autónomo alternativo com o seu próprio drama, no qual o utilizador pode participar. Esta definição inclui a definição de “autonomia” (a extensão até à qual os objetos do mundo virtual têm o seu próprio comportamento individual) e “interação” (o quão os utilizadores podem participar e influenciar o desenrolar de eventos resultando em mudanças no mundo virtual) de Zeltzer [30]. Segundo M.Green [31], indivíduos transportados para dentro de uma narrativa não só irão deixar o mundo real para trás como também as suas preocupações e autoconsciência. É possível também que a narrativa leve o utilizador a criar um link emocional com as personagens. Este link emocional pode ajudar os utilizadores a sentirem-se mais presentes [32].

A quantidade e qualidade (desde que coerente) da experiência sonora ajuda a desenvolver o sentimento de Presença. Um estudo desenvolvido por *Hendrix* [33] comparou som espacializado vs. som não espacializado e a ausência de som vs. som espacializado. Resultados demonstraram que som espacializado aumentou a sensação de Presença em ambos os casos, mas não o realismo do ambiente virtual. E que *Dinh* [34] realizou um estudo onde analisou o impacto de vários estímulos na Presença. Foi concluído que a Presença de áudio, melhorou a sensação de Presença. No entanto, outros estudos indicam que nem sempre som espacializado aumenta a Presença [35].

O visual é, talvez, o elemento mais preponderante de RV. É através da visão que percebemos o mundo real e virtual. *Slater* argumenta que os visuais de um ambiente virtual [21], [22] são de grande importância para que um sistema seja imersivo. Não só a qualidade do equipamento (resolução, cores, *refresh rate*...) mas também do conteúdo apresentado. *Hvass* [36] conduziu um estudo sobre como o realismo visual (número de polígonos e resolução das texturas) afetam a Presença. Concluíram que um maior realismo visual resulta em maior Presença.

A capacidade de o utilizador poder atuar no mundo virtual e causar alterações neste pode igualmente levar a uma maior sensação de presença [37], [38]. Esta sensação de que as mudanças que decorrerem no ambiente virtual são um resultado da ação do utilizador é chamada de *agency* [39].

Com este trabalho pretendemos identificar que características das experiências virtuais têm uma maior associação com a Presença, usando como objeto de estudo jogos de RV. É de notar que muitas das componentes presentes em jogos de RV também estão presentes em outras aplicações de RV, quer sejam na área da educação, treino, etc. Exemplos como os visuais, o áudio e a usabilidade são partilhados entre aplicações de RV e não exclusivas dos jogos. Desta maneira, é possível generalizar os resultados às diversas áreas de RV.

II. METODOLOGIA

Um estudo correlacional através de questionários foi conduzido de forma a encontrar associações entre as variáveis de *game experience* e *presence*.

A. Amostra

A amostra é constituída por 78 participantes (40 homens e 38 mulheres) divididos por 5 jogos. Cada jogo contou com 8 participantes masculinos e femininos com exceção do jogo "*The price of freedom*" com 8 participantes masculinos e 6 femininos. A idade da amostra encontra-se entre os 18 e 44 anos ($M=22,71$; $SD=3,888$), sendo composta maioritariamente por estudantes universitários.

B. Variáveis

Foram reunidos dados genéricos sobre os participantes (género, idade) através de um questionário sócio-demográfico para efeitos de caracterização da amostra.

TABELA I
DESCRIÇÃO DAS SUBESCALAS DO QUESTIONÁRIO IPQP

Subescalas	Descrição
<i>Spatial Presence</i>	A sensação de se encontrar fisicamente presente no ambiente virtual
<i>Experienced Realism</i>	A experiência subjetiva do realismo no ambiente virtual
<i>Involvement</i>	A atenção dada ao ambiente virtual e o nível de envolvimento experienciado.
<i>Presence</i>	A sensação de Presença geral.

As variáveis consideradas para análise foram Presença e subescalas e *Game Experience* e subescalas.

A recolha de dados de Presença foi realizada através do questionário traduzido e validado para português do IPQ [18], o IPQP [40] (Tabela I). Este questionário contém 14 itens numa escala de *Likert* de cinco pontos que avalia a Presença geral e as subescalas *Spatial Presence*, *Experienced Realism* e *Involvement*.

Os dados de *Game Experience* foram recolhidos através da versão traduzida para português do questionário *GUESS* (*Game User Experience Satisfaction Scale*) [41] que permite uma avaliação subjetiva da satisfação dos jogadores em relação às diferentes componentes do jogo. Este questionário apresenta 55 perguntas numa escala de *Likert* de 7 pontos e é composta pelas subescalas: *Usability/Playability*, *Narratives*, *Play Engrossment*, *Enjoyment*, *Creative Freedom*, *Audio Aesthetics*, *Personal Gratification*, *Visual Aesthetics* e *Final Score* (Tabela II). Este questionário tem também uma subescala de *Social Connectivity* que avalia a componente social do jogo, que, no entanto foi excluída deste trabalho devido aos jogos usados não contemplarem interação social.

C. Materiais

Foram usados os *HMD HTC Vive* como plataforma de RV. Os óculos contam com uma resolução de 1080×1200 pixels por olho e *refresh rate* de 90hz com um campo de visão de 110°. De maneira a interagir com o ambiente virtual, os participantes usaram dois comandos *HTC Vive*. O som foi entregue através de auriculares com cancelamento acústico de modo a evitar interferência de sons externos na experiência. Foi usado um computador fixo com as seguintes características: *CPU i7-5820k @ 3.30GHz*, *32GB* de memória *RAM*, *3xGeforce GTX 980*. Foram usados 5 jogos para uma avaliação geral do *Game Experience* e *Presença*. Estes jogos estavam presentes na plataforma de jogos digitais *STEAM*. Os jogos variam no seu género (ação, mistério, suspense, *arcade*) de modo a ter variância nas pontuações de *Game Experience*.

1) *Endless Night*: jogo de RV desenvolvido para os *HTC Vive*, disponibilizado na *STEAM*. Tem como produtora e desenvolvedora a *Yerawizard LLC*. Foi usada a versão *alpha* do jogo, lançada a 6 de dezembro de 2016.

Este jogo consiste num *shooter* do estilo *arcade* onde o jogador deve sobreviver o máximo de tempo possível à medida

TABELA II
DESCRIÇÃO DAS SUBESCALAS DO QUESTIONÁRIO *GUESS*

subescalas	Descrição
<i>Usability/Playability</i>	A facilidade com que o jogo pode ser jogado, com objetivos e metas claras e o mínimo de interferências ou obstruções cognitivas dos controlos e interfaces.
<i>Narratives</i>	Os aspetos da história (e.g. eventos e personagens) e as suas habilidades de capturar o interesse e causar emoções.
<i>Play Engrossment</i>	O grau até ao qual o jogo consegue manter a atenção e interesse do jogador.
<i>Enjoyment</i>	A quantidade de satisfação e prazer que foi percebido pelo jogador como resultado de jogar o jogo.
<i>Creative Freedom</i>	O grau em que o jogo é capaz de promover a criatividade e curiosidade dos jogadores e permite ao jogador expressar livremente a sua individualidade ao jogar o jogo.
<i>Audio Aesthetics</i>	Os diferentes aspetos auditivos do jogo (ex, efeitos sonoros) e quanto eles enriquecem a experiência de jogar.
<i>Personal Gratification</i>	Os aspetos motivacionais do jogo (e.g. desafio) que promovem o sentimento de realização dos jogadores e o desejo de ter sucesso e continuar jogando o jogo.
<i>Visual Aesthetics</i>	Os gráficos do jogo e quão atrativos eles apareceram para o jogador.



Fig. 1. Imagem do jogo *Endless Night* [42]



Fig. 2. Imagem do jogo *Quanero* [43]

que ondas de inimigos vêm ter com ele (Fig. 1). Decorre num ambiente escuro e abandonado. O jogador pode navegar na área estabelecida nos *HTC Vive* (2m x 2m). A dificuldade aumenta com o aumento da diversidade e número de inimigos à medida que o jogador sobrevive através das rondas.

2) *Quanero*: experiência de RV criada por estudantes Universidade de Ciências Aplicadas *Salzburg's MultiMediaArt and MultiMediaTechnology*. Lançado a 12 de agosto de 2016 e disponibilizado na *STEAM* para *HTC Vive* e mais tarde *Oculus Rift*. A acção do jogo decorre num ambiente *Sci-fi*, mais concretamente num bar de um prédio de uma cidade futurista (Fig. 2). O intuito do jogo é perceber a origem de uma explosão que decorreu no local. O jogador pode avançar, parar e recuar no tempo tal como de se teletransportar para qualquer ponto do bar. No entanto, não é possível interagir diretamente com a história e elementos do jogo e as personagens não têm noção da presença do jogador. O jogador terá de usar os comandos para controlar o tempo e reviver a mesma janela temporal de diferentes locais e pontos de vista de maneira a descobrir o mistério da causa da dita explosão.

3) *Budget Cuts*: *Budget Cuts* é um jogo de RV desenvolvido para os *HTC Vive* produzida pela *Neat Corporation*. Foi utilizada a demo na versão Pré-alfa lançada a 5 de abril de 2016. O objetivo do jogo é entrar numa empresa e, sem que ninguém dê o alarme, carimbar os papéis da candidatura



Fig. 3. Imagem do jogo *Budget Cuts* [44]

para um posto de trabalho nessa mesma empresa. O modo de locomoção, como em vários jogos de RV, consiste no teletransporte. O jogador precisa de encontrar chaves escondidas para abrir cofres onde no seu interior encontram-se botões que permitem desativar um mecanismo de segurança nas grelhas de ventilação permitindo que este se teletransporte através delas, possibilitando a entrada em outras divisões. Pelo meio do jogo existem robôs patrulha que o jogador pode destruir (Fig. 3).

4) *The price of freedom*: jogo produzido por *Construct Studio* e disponibilizado na *STEAM* lançado a 21 de dezembro de 2016. Tem como base uma forte narrativa abordando o tema do Projeto *MK Ultra*, um projeto da *Central Intelligence Agency*, ou *CIA*, sobre controlo de mente nos anos 1950 e

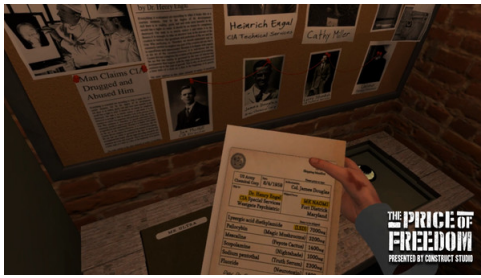


Fig. 4. Imagem do jogo *The price of freedom* [45]



Fig. 5. Imagem do jogo *The Abbot's Book* [46]

1960. O jogador interpreta uma personagem com a missão de assassinar um traidor da nação. No que parece uma missão relativamente "simples" o jogador ao longo numa narrativa inesperada vai descobrindo quem realmente é e qual a sua relação com o alvo (Fig. 4).

5) *The Abbot's Book*: um jogo desenvolvido por *The Abbot's Book, LLC* com a editora *Blackthorn Media, LLC* e disponibilizado na *STEAM*. Foi usada a *demo* lançada a 5 de abril de 2016. A história apresentada nesta *demo* representa uma pequena parte de um dos oito capítulos que o jogo final irá ter. A história retrata quatro gerações de uma família amaldiçoada pela influência corrupta de um livro. O jogo começa numa floresta à noite com um ambiente sombrio. O jogador tem uma tocha numa mão que serve para iluminar o caminho. Uma personagem acompanha e fala com o jogador ao longo do caminho (Fig. 5). O jogador pode responder a esta personagem ao escolher possíveis respostas programadas através de botões no comando. O jogo acaba dentro da gruta com um monstro que lentamente se aproxima do participante acabando por o apanhar. A locomoção neste jogo para distâncias maiores que ultrapassem a área de 2m x 2m, como no *Budget Cuts* ou *Quanero*, consiste no teletransporte apontando o comando para o local onde o utilizador se quer deslocar.

D. Procedimento

Os participantes eram distribuídos aleatoriamente pelos 5 jogos de maneira que o equilíbrio entre género feminino e masculino fosse balanceado para cada jogo.

Todas as experiências decorreram em ambiente laboratorial, com controlo sobre as variáveis ambiente: som, temperatura, luz. Antes de iniciar a experiência, os participantes preencheram um questionário sócio-demográfico. Dependendo do jogo a ser jogado pelo participante, foi feito um pequeno

briefing acerca do objetivo do jogo, do *gameplay*, movimentos e de como utilizar os controlos. Cada jogo teve um tutorial que mostrou ao jogador como jogar. Os participantes completaram os jogos, e no caso do jogo *Endless Night* (por não ter um fim) foi definido um tempo limite de 10 minutos, sendo este o tempo médio que a equipa de investigação levou a completar todos os jogos. Após a conclusão estes preencheram os questionários *IPQp* e *GUESS*. Findo o preenchimento dos questionários, foi feito um pequeno *debriefing* com os participantes de forma a tentar obter mais *feedback* acerca dos aspetos mais marcantes dos jogos.

III. RESULTADOS

Antes da análise efetiva dos dados, procedeu-se a uma análise preliminar dos mesmos de forma a verificar a sua normalidade através do teste *Shapiro-Wilk*. Os resultados indicam que nenhuma das variáveis tinha uma distribuição normal ($p < 0.05$). Dada a distribuição não normal dos dados que impedem a utilização de testes estatísticos paramétricos, procedeu-se ao teste estatístico não paramétrico *Spearman's rank-order correlation* de maneira a determinar possíveis correlações entre *Game Experience* e Presença.

Os resultados demonstraram que existem correlações significativas entre as subescalas dos questionários. De forma a facilitar a leitura, estão destacados os casos significantes para um intervalo de confiança de 95% com um asterisco na tabela III.

Através da tabela III, é possível verificar que existe uma correlação estatisticamente significativa entre as seguintes subescalas:

- *Presence* e (*Play Engrossment, Enjoyment, Audio Aesthetics, Visual Aesthetics, Final Score*) (Fig. 6).
- *Spatial Presence* e (*Creative Freedom, Audio Aesthetics, Visual Aesthetics, Final Score*) (Fig. 7).
- *Experienced Realism* e todas as subescalas de *Game Experience* (Fig. 8).

É possível também verificar nas figuras 6, 7 e 8 a equação linear que dita a intensidade da relação entre as variáveis.

IV. DISCUSSÃO

Foram efetuados testes de correlação entre as subescalas do *GUESS* e *IPQp* de modo a perceber que elementos de um jogo podem influenciar mais a Presença. Sendo que foi efetuado um teste de correlação *Spearman*, é de notar que as correlações encontradas podem não ser devidas a relações lineares.

Os testes de correlação *Spearman* mostraram correlações significativas entre as subescalas de *Game Experience* (*GUESS*) e as subescalas da sensação de Presença (*IPQp*).

Existe uma correlação positiva entre as subescalas *Usability/Playability* e *Experienced Realism*. Um possível fator para este resultado é que quanto menor a carga cognitiva em tentar perceber como jogar, como atuar e quais os objetivos a fazer, mais atenção pode ser direcionado ao jogo e à experiência. Um utilizador para realizar determinada ação em RV não deverá ter primeiro de pensar como o vai fazer. Deverá ser o natural o suficiente para simplesmente agir tal como faria na realidade.

TABELA III
COEFICIENTE *Spearman* E SIG. (BILATERAL) ENTRE AS SUBESCALAS *IPQp* E *GUESS*

	<i>Presence</i>		<i>Spatial Presence</i>		<i>Involvement</i>		<i>Experienced Realism</i>	
	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
<i>Usability/Playability</i>	0.205	0.072	0.169	0.138	-0.090	0.433	0.390	< 0.000*
<i>Narratives</i>	0.176	0.124	0.057	0.620	-0.093	0.420	0.472	< 0.000*
<i>Play Engrossment</i>	0.328	0.003*	0.111	0.332	0.209	0.067	0.372	0.001*
<i>Enjoyment</i>	0.339	0.002*	0.160	0.161	0.099	0.388	0.443	< 0.000*
<i>Creative Freedom</i>	0.206	0.071	0.335	0.003*	-0.047	0.685	0.284	0.012*
<i>Audio Aesthetics</i>	0.404	< 0.000*	0.360	0.001*	0.170	0.136	0.360	0.001*
<i>Personal Gratification</i>	0.242	0.033*	0.160	0.162	0.083	0.469	0.318	0.005*
<i>Visual Aesthetics</i>	0.416	< 0.000*	0.260	0.022*	0.101	0.381	0.469	< 0.000*
<i>Final Score</i>	0.369	< 0.000*	0.274	0.015*	0.096	0.405	0.534	< 0.000*

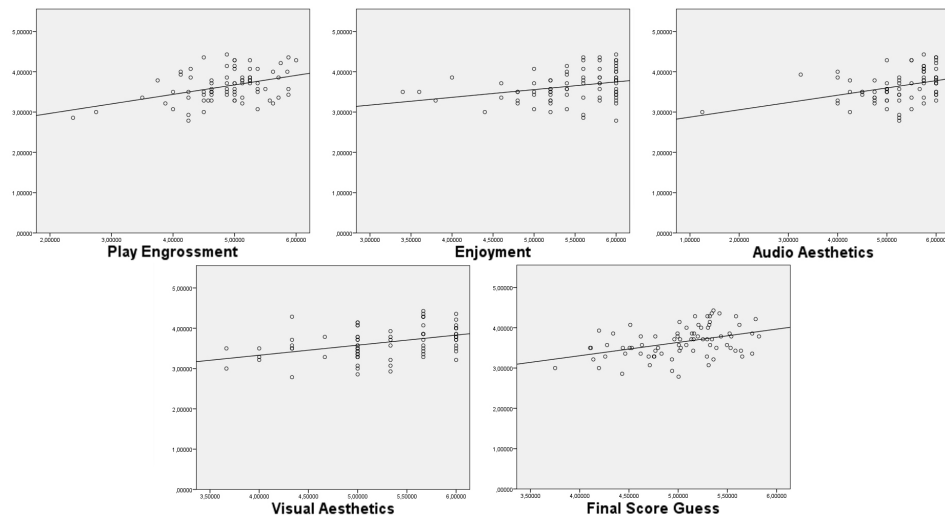


Fig. 6. *Subescala Presence* - Gráfico de dispersão de pontos com respectiva equação linear.

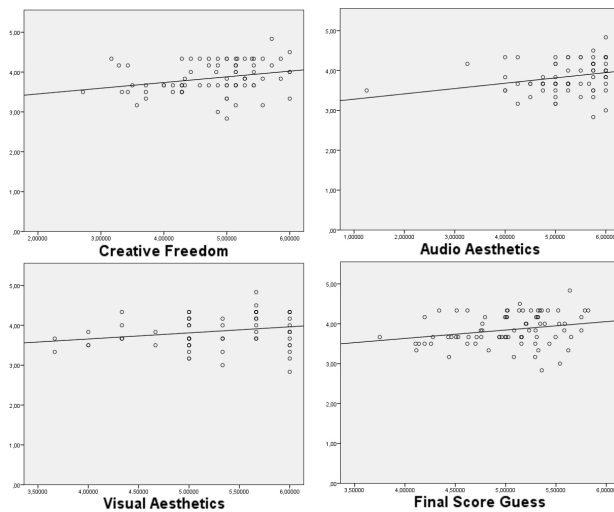


Fig. 7. *Subescala Spatial Presence* - Gráfico de dispersão de pontos com respectiva equação linear.

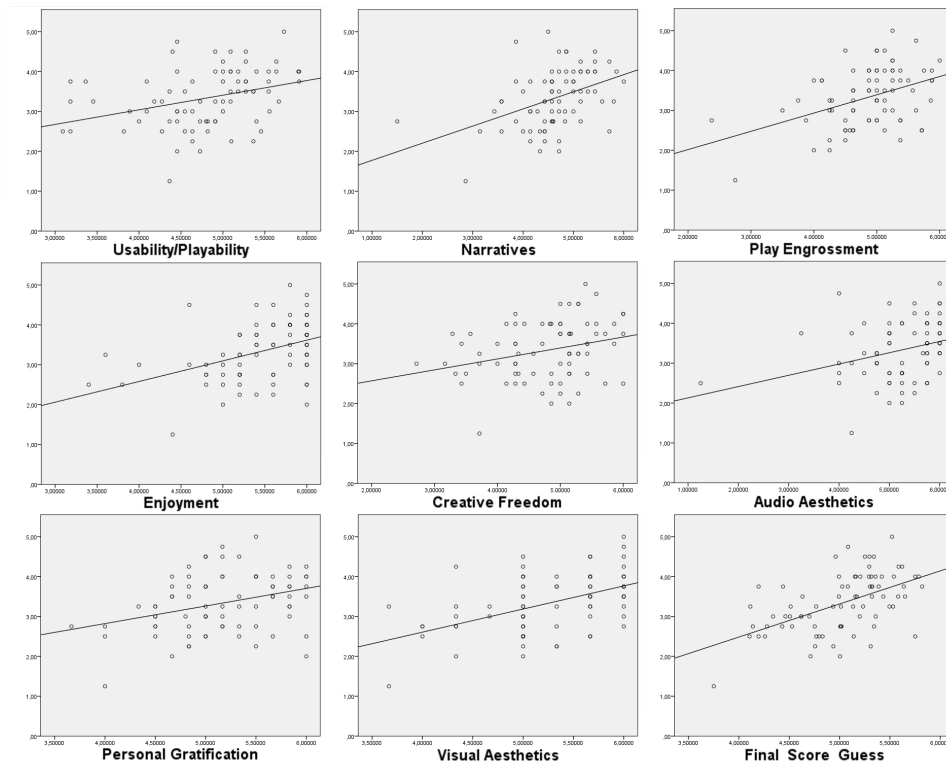


Fig. 8. *Subescala Experienced Realism* - Gráfico de dispersão de pontos com respectiva equação linear.

Quanto mais simples e natural esta interação, mais real a experiência poderá parecer.

Neste estudo, os resultados demonstraram uma correlação positiva entre *Narratives* e (*Experienced Realism*). Tal como indica a literatura, uma narrativa envolvente ajuda a criar níveis mais elevados de Presença. Tal poderá ser devido ao contexto extra que é dado. Se um utilizador se encontrar numa experiência virtual sem história, sem um porquê, sem algo que chame à curiosidade e o envolva no mundo virtual, levando-o a sentir parte da experiência, este não irá achar a experiência tão realista. Estudos demonstram a capacidade de uma boa narrativa em abstrair o utilizador do meio envolvente [8], [22], [31], [47]. Se uma pessoa consegue ignorar o mundo real, "perder-se" numa história ao ler um livro, ou a ver um filme, o mesmo poderá acontecer em RV.

Play Engrossment é definido como o quanto o jogo consegue manter a atenção e interesse do jogador. Resultados indicaram que está correlacionado com as subescalas *Presence* e *Experienced Realism*. Analisando a definição da subescala *Play Engrossment*, é possível reparar que esta parece estar dependente de outras variáveis tais como *Narratives* ou *Enjoyment* que ajudam a manter a atenção do utilizador no jogo. Isto leva-nos à mesma justificação descrita em *Narratives* e *Enjoyment*. Quanto maior o foco no jogo, maior a abstração do mundo real, maior a ilusão de que o mundo virtual onde estamos a atuar é a nossa realidade.

A subescala *Enjoyment* encontrou-se positivamente correlacionada com *Presence* e *Experienced Realism*. Este resultado

indica que uma aplicação onde o utilizador tenha prazer de atuar poderá resultar em níveis de Presença mais elevados. Tal poderá ser devido à abstração do mundo real de uma pessoa quando esta está focada em algo do qual obtém prazer. Esta justificação é suportada pela teoria do *Flow* de *Csikszentmihalyi* [26]. Quanto mais abstraído do mundo real, mais o mundo virtual deverá passar a ser a nova "realidade", resultando em níveis de Presença mais elevados.

Creative Freedom encontrou-se positivamente correlacionada com *Spatial Presence* e *Experienced Realism*. Um jogo de RV que permita que os utilizadores criem alterações no ambiente virtual e este, por sua vez, autonomamente, reaja a estas alterações de forma coerente é um exemplo de uma experiência de RV onde o utilizador possa expressar a sua individualidade e criatividade. Um maior grau de liberdade do jogador para atuar criativamente e ver as consequências dos seus atos no mundo virtual, poderá resultar em *scores* mais elevados na subescala *Creative Freedom*. Existe igualmente a possibilidade de esta subescala estar ligada à dimensão de *agency* de *embodiment*. Esta é a sensação de que os acontecimentos que estão a acontecer do ambiente virtual são causados pelas ações do utilizador [39]. Existem especulações de que os mecanismos cerebrais levam a que a sensação de *agency* seja criada são os mesmo que criam a sensação de presença [37], [38]. Desta maneira é possível que uma das causas desta correlação seja devido a uma maior sensação de *agency*, levando a uma pontuação mais elevada de *creative freedom* e igualmente presença.

TABELA IV
 ORDEM DECRESCENTE DO COEFICIENTE *Spearman* ENTRE SUBESCALAS DO *IPQp* E *GUESS*

<i>Presence</i> Escala	r_s	<i>Spatial Presence</i> Escala	r_s	<i>Experienced Realism</i> Escala	r_s
<i>Visual Aesthetics</i>	0.416	<i>Audio Aesthetics</i>	0.360	<i>Final Score</i>	0.534
<i>Audio Aesthetics</i>	0.404	<i>Creative Freedom</i>	0.335	<i>Narratives</i>	0.472
<i>Final Score</i>	0.369	<i>Final Score</i>	0.274	<i>Visual Aesthetics</i>	0.469
<i>Enjoyment</i>	0.339	<i>Visual Aesthetics</i>	0.260	<i>Enjoyment</i>	0.443
<i>Play Engrossment</i>	0.328			<i>Usability/Playability</i>	0.390
<i>Personal Gratification</i>	0.242			<i>Play Engrossment</i>	0.372
				<i>Audio Aesthetics</i>	0.360
				<i>Personal Gratification</i>	0.318

Audio Aesthetics encontrou-se positivamente correlacionado com *Presence*, *Spatial Presence* e *Experienced Realism*. Segundo a literatura, este resultado seria esperado [33], [34]. Quanto mais realístico, interativo e coerente com o ambiente virtual o som parece ser, maior a sensação de Presença. Todos os jogos continham sons diversificados, espacializados e coerentes com a cena em questão.

Personal Gratification demonstrou estar correlacionada positivamente com *Presence* e *Experienced Realism*. Desafios estão muitas vezes presentes em jogos. Quer seja a dificuldade em derrotar inimigos, passar de nível ou tentar atingir bater recordes na tabela *highscore*. É o desafio e posterior gratificação que levam jogadores a manterem-se a jogar e consequentemente a manterem a sua atenção no jogo durante mais tempo. Esta atenção ao jogo, e a gratificação de o jogar leva-nos novamente à teoria de *Flow*. Segundo *J.Chen* [27] existe uma zona de *Flow* em jogos. Se as habilidades do jogador ultrapassarem o desafio estes vão começar a sentir-se aborrecidos. Por sua vez, se estes não forem suficientes para ultrapassar o desafio, ansiedade irá começar a surgir. O nível certo de dificuldade dos desafios em relação à habilidade dos jogadores irá mantê-los dentro da zona de *Flow*. Ou seja, o jogo não deverá ser demasiado difícil tornando-se um desafio impossível para o jogador e não fácil demais que não resulte em gratificação ao ser ultrapassado. Será nestes parâmetros que se irá desenvolver o *Personal Gratification* e, segundo a teoria de *Flow*, utilizadores irão perder noção do tempo e espaço quando nesta zona, passando o virtual a ser a realidade dos jogadores naquele momento, justificando um maior *Experienced Realism* e *Presence*.

Em relação a *Visual Aesthetics* verificou-se que se encontra correlacionado com as subescalas *Presence*, *Spatial Presence* e *Experienced Realism*. Tal vai ao encontro da literatura [21], [22], [36] onde um maior nível de qualidade de imagem está interligado a uma maior Presença do jogador e uma maior noção espacial do ambiente. Este resultado é um indício de que uma maior qualidade visual poderá resultar numa maior Presença.

Por fim, *Final Score* de *Game Experience* demonstrou-se positivamente correlacionado com *Presence*, *Spatial Presence* e *Experienced Realism* justificado pelo conjunto de correlações encontradas entre as subescalas que fazem o cálculo da pontuação final acima descritas.

Curiosamente a subescala *Involvement* do questionário *IPQp*, não parece estar correlacionada com nenhuma das subescalas do questionário *GUESS*. A subescala com significado mais próximo seria *Play Engrossment*, mas neste estudo não houve correlação significativa entre os dois ($p > 0.05$). Com base nas correlações encontradas seria de esperar que *Involvement* também estivesse correlacionado com outras subescalas de *Game Experience* que incentivem a atenção ao jogo. São necessários estudos posteriores para comprovar as justificações acima descritas e perceber a causa destas correlações. Na tabela IV podemos verificar em ordem decrescente de coeficiente *Spearman* a associação entre as subescalas de Presença e *Game Experience*.

V. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta estudo com utilizadores sobre como as componentes de *Game Experience* se correlacionam com a Presença. Os resultados demonstram que existem correlações positivas entre certos aspetos da experiência do jogo e a presença. Relativamente à subescala *Experienced Realism*, verificou-se que se encontra positivamente correlacionada com todas as subescalas de *Game Experience*. Alguns destes aspetos não são únicos dos jogos, mas sim partilhados por várias aplicações de RV, sejam elas na área da educação, medicina, psicologia, entre outros, no entanto, mais estudos são necessários para verificar se esta generalização pode ser feita. É de notar que existe a limitação intrínseca de que as correlações não implicam causalidade. O fato de as subescalas de *Game Experience* estarem correlacionadas com presença não significa que ao tentar aumentar a pontuação destas subescalas resultará numa maior presença. Como trabalho futuro são necessários mais estudos de maneira a perceber quais as possíveis causas para as correlações encontradas. É igualmente necessário estender este estudo a mais jogos de forma a obter maior variância nas diferentes subescalas. Ao englobar mais jogos com diferentes níveis de qualidade nas várias subescalas de *Game Experience* é possível aumentar a fidelidade dos resultados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização - COMPETE 2020 e por Fundos Nacionais através da FCT -

REFERENCES

- [1] A. David Cheok, M. Haller, O. Noel Newton Fernando, and J. Prasad Wijesena, "Mixed Reality Entertainment and Art," *International Journal of Virtual Reality (IJVR)*, vol. 08, no. 2, pp. 83–90, 2015.
- [2] M. Zyda, "From visual simulation to virtual reality to games," *Computer*, vol. 38, no. 9, pp. 25–32, 2005.
- [3] I. Messinis, D. Saltaouras, P. Pintelas, and T. Mikropoulos, "Investigation of the Relation Between Interaction and Sense of Presence in Educational Virtual Environments," *IEEE*, 2010, pp. 428–431.
- [4] T. Monahan, G. McArdle, and M. Bertolotto, "Virtual reality for collaborative e-learning," *Computers & Education*, vol. 50, no. 4, pp. 1339–1353, 2008.
- [5] L. Freina and M. Ott, "A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives," in *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, vol. 1. "Carol I" National Defence University, 2015, p. 133.
- [6] L. Barbosa, P. Monteiro, M. Pinto, H. Coelho, M. Melo, and M. Bessa, "Multisensory virtual environment for firefighter training simulation: Study of the impact of haptic feedback on task execution," *IEEE*, 2017, pp. 1–7.
- [7] F. Aim, G. Lonjon, D. Hannouche, and R. Nizard, "Effectiveness of Virtual Reality Training in Orthopaedic Surgery," *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 32, no. 1, pp. 224–232, 2016.
- [8] M. Slater, "A note on presence," *Presence Connect*, vol. 3, pp. 1–5, 2003.
- [9] P. Fuchs, G. Moreau, and P. Guitton, Eds., *Virtual reality: concepts and technologies*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011.
- [10] P. Bouvier, "The five pillars of presence: guidelines to reach presence," SPAGNOLLI, A. et GAMBERINI, L., *éditeurs: Proceedings of Presence*, pp. 246–249, 2008.
- [11] W. IJsselstein and G. Riva, "Being there: The experience of presence in mediated environments," 2003.
- [12] M. Lombard and T. Ditton, "At the Heart of It All: The Concept of Presence," *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 3, no. 2, p. 0, 2006.
- [13] R. Skarbez, F. P. Brooks Jr., and M. C. Whitton, "A Survey of Presence and Related Concepts," *ACM Computing Surveys*, vol. 50, no. 6, pp. 1–39, 2017.
- [14] M. Slater and M. Usoh, "Presence in immersive virtual environments," *IEEE*, 1993, pp. 90–96.
- [15] M. Bessa, M. Melo, A. de Sousa, and J. Vasconcelos-Raposo, "The effects of body position on Reflexive Motor Acts and the sense of presence in virtual environments," *Computers & Graphics*, vol. 71, pp. 35–41, 2018.
- [16] M. Melo, J. Vasconcelos-Raposo, and M. Bessa, "Presence and cybersickness in immersive content: Effects of content type, exposure time and gender," *Computers & Graphics*, vol. 71, pp. 159–165, 2018.
- [17] G. Gonçalves, M. Melo, J. Vasconcelos-Raposo, and M. E. Bessa, "Impact of different sensory stimuli on presence in credible virtual environments," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, pp. 1–1, 2019.
- [18] T. Schubert, F. Friedmann, and H. Regenbrecht, "The Experience of Presence: Factor Analytic Insights," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 10, no. 3, pp. 266–281, 2001.
- [19] J. Lessiter, J. Freeman, E. Keogh, and J. Davidoff, "A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 10, no. 3, pp. 282–297, 2001.
- [20] B. G. Witmer, C. J. Jerome, and M. J. Singer, "The factor structure of the presence questionnaire," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 14, no. 3, pp. 298–312, 2005.
- [21] M. Slater, "Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 364, no. 1535, pp. 3549–3557, 2009.
- [22] M. Slater and S. Wilbur, "A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 6, pp. 603–616, 1997.
- [23] M. Slater, A. Brogni, and A. Steed, "Physiological responses to breaks in presence: A pilot study," in *Presence 2003: The 6th Annual International Workshop on Presence*, vol. 157. Citeseer, 2003.
- [24] M. Meehan, B. Insko, M. Whitton, and F. P. Brooks, "Physiological measures of presence in stressful virtual environments," *ACM Press*, 2002, p. 645.
- [25] V. BAREN and J., "Measuring Presence : A Guide to Current Measurement Approaches," *Deliverable of the OmniPres project IST-2001-39237*, 2004.
- [26] M. Csikszentmihalyi, *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: HarperPerennial, 1991.
- [27] J. Chen, "Flow in games (and everything else)," *Communications of the ACM*, vol. 50, no. 4, p. 31, 4 2007.
- [28] P. Sweetser and P. Wyeth, "GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games," *Computers in Entertainment*, vol. 3, no. 3, p. 3, 2005.
- [29] T. P. Novak, D. L. Hoffman, and Y.-F. Yung, "Measuring the Customer Experience in Online Environments: A Structural Modeling Approach," *Marketing Science*, vol. 19, no. 1, pp. 22–42, 2 2000.
- [30] D. Zeltzer, "Autonomy, Interaction, and Presence," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 1, no. 1, pp. 127–132, 1992.
- [31] M. C. Green, T. C. Brock, and G. F. Kaufman, "Understanding Media Enjoyment: The Role of Transportation Into Narrative Worlds," *Communication Theory*, vol. 14, no. 4, pp. 311–327, 11 2004.
- [32] R. M. Baños, C. Botella, V. Liaño, B. Guerrero, B. Rey, and M. Alcañiz, "Sense of presence in emotional virtual environments," *Proceedings of Presence*, pp. 156–159, 2004.
- [33] C. Hendrix and W. Barfield, "The Sense of Presence within Auditory Virtual Environments," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 5, no. 3, pp. 290–301, 1996.
- [34] H. Dinh, N. Walker, L. Hodges, Chang Song, and A. Kobayashi, "Evaluating the importance of multi-sensory input on memory and the sense of presence in virtual environments," *IEEE Comput. Soc*, 2003, pp. 222–228.
- [35] D. Narciso, M. Bessa, M. Melo, A. Coelho, and J. Vasconcelos-Raposo, "Immersive 360° video user experience: impact of different variables in the sense of presence and cybersickness," *Universal Access in the Information Society*, 2017.
- [36] J. Hvass, O. Larsen, K. Vendelbo, N. Nilsson, R. Nordahl, and S. Serafin, "Visual realism and presence in a virtual reality game," in *2017 3DTV Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON)*. IEEE, 6 2017, pp. 1–4.
- [37] N. David, A. Newen, and K. Vogeley, "The "sense of agency" and its underlying cognitive and neural mechanisms," *Consciousness and cognition*, vol. 17, no. 2, pp. 523–534, 2008.
- [38] A. K. Seth, K. Suzuki, and H. D. Critchley, "An interoceptive predictive coding model of conscious presence," *Frontiers in psychology*, vol. 2, p. 395, 2012.
- [39] S. Gallagher, "Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science," *Trends in cognitive sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 14–21, 2000.
- [40] J. Vasconcelos-Raposo, M. Bessa, M. Melo, L. Barbosa, R. Rodrigues, C. M. Teixeira, L. Cabral, and A. A. Sousa, "Adaptation and Validation of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in a Portuguese Sample," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 25, no. 3, pp. 191–203, 2016.
- [41] M. H. Phan, J. R. Keebler, and B. S. Chaparro, "The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 58, no. 8, pp. 1217–1247, 2016.
- [42] "Endless Night - Alpha on Steam." [Online]. Available: https://store.steampowered.com/app/547750/Endless_Night_Alpha/
- [43] "Quanero on Steam." [Online]. Available: https://store.steampowered.com/app/497820/Quanero_VR/
- [44] "Budget Cuts Demo on Steam." [Online]. Available: https://store.steampowered.com/app/459860/Budget_Cuts_Demo/
- [45] "The price of freedom on Steam." [Online]. Available: https://store.steampowered.com/app/561080/The_Price_of_Freedom/
- [46] "Abbot's Book Demo on Steam." [Online]. Available: https://store.steampowered.com/app/434430/Abbots_Book_Demo/
- [47] V. Nell, *Lost in a book : the psychology of reading for pleasure*. Yale University Press, 1988.