

# Frequência Cardíaca, Atividade Eletrodérmica e Experiência Auto-Relatada em Jogos de Tiro, em Estudantes Universitários

## Heart Rate, Electrodermic Activity and Self-Reported Experience in Shooter Games, in University Students

J. Vasconcelos-Raposo, J.A. Fernandes, S. A. Nobre, S.G. Teixeira

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

### RESUMO

O objetivo desta investigação é comparar as medidas da Frequência Cardíaca (FC) e da Atividade Eletrodérmica (AED) durante o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e o jogo *VR Shooter Guns Demo*, na generalidade dos jogadores com as experiências vivenciadas e auto-relatadas por estes. Participaram neste estudo 20 estudantes universitários do sexo masculino [ $M = 22$  anos,  $DP = 1.95$ ]. Os instrumentos utilizados nesta investigação foram o *NeXus-10*, o *Vive*, o *IPQ* e ainda um questionário sociodemográfico. Como principal resultado verificou-se que existe um efeito nulo na comparação entre a FC do jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e um efeito estatístico negativo pequeno entre a FC do jogo *VR Shooter Guns Demo*. Concluímos que não há efeitos significativos na relação entre as medidas psicofisiológicas e os dois jogos.

**Palavras-chave:** realidade virtual, medidas psicofisiológicas, jogos de tiro, envolvimento, presença, realismo

### ABSTRACT

The purpose of this investigation is to compare the heart rate frequency and the electrodermic activity during the gameplay of *Bullet Sorrow VR Demo* and *VR Shooter Guns Demo*, the generality of the players, reported the through self-report questionnaires the experiences they felt during their participation. Twenty male university students participated in this study [ $M = 22$  anos,  $DP = 1.95$ ]. The equipment used was the *NeXus-10*, the *Vive*, the *IPQ* and finally a socio-demographic quiz. The results showed that there was a null effect in the comparison between the FC of the game *Bullet Sorrow VR Demo* and a small negative statistical effect between the FC of the game *VR Shooter Guns Demo*. In conclusion, it was verified that there are no significant effects in the relationship between the psychophysiological measures and the two games.

**Keywords:** virtual reality, psycho-physiological measures, shooter games, involvement, presence, realism

Submetido: 10.07.2017 | Aceite: 03.24.2018

J. Vasconcelos-Raposo. Dept. Educação e Psicologia, INESC TECH - Pólo UTAD, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Joana Filipa Almeida Fernandes, Sara Cristina Azevedo Nobre, Sónia Alexandra Gonçalves Teixeira. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Endereço para correspondência: José Vasconcelos-Raposo. Quinta de Prados, Apt. 1013, ECHS-1, Gab. 2.27, 5000-881 Vila Real, Portugal. E-mail: jvraposo@utad.pt

Nas últimas duas décadas, os *videogames* tornaram-se pioneiros em vários avanços de áreas importantes como a computação gráfica, animação, inteligência artificial, simulação física e técnicas de interação. Essas realizações, até ao momento, produziram várias melhorias, como ambientes virtuais e interações mais credíveis (Nogueira, Torres, Rodrigues, & Oliveira, 2015).

Os estudos de neurociência e de Realidade Virtual (RV) mostram que a detecção humana nas imagens apresentadas em ambientes virtuais ativa um conjunto de respostas únicas do cérebro. Os *videogames*, muitas vezes, exigem que os jogadores interajam com outra personagem do ecrã que representa outras pessoas reais ou personagens que são controladas por um código de computador em execução com o jogo (Lim & Reeves, 2010). É necessário entender a influência do avanço tecnológico, especialmente no que diz respeito às tecnologias digitais e *videogames* e é, cada vez mais, importante para discutir os efeitos e experiências que as pessoas têm quanto expostas a esses tipos de tecnologias (Limperos, Waddell, Ivory, & Ivory, 2014).

O sentimento de presença na realidade virtual, e o sentimento de estar dentro da realidade mediada, tem fascinado os investigadores deste campo desde o seu início. Nas últimas décadas, as aplicações de realidade virtual tornaram-se parte integrante da vida de muitas pessoas nas sociedades industrializadas (Verplaetse & Smet, 2016). Para muitos utilizadores, as aplicações da realidade virtual servem para fins sociais ou de entretenimento e ainda, em algumas situações, fazem parte de intervenções terapêuticas de treino ou certificação de competências (Nogueira, Torres, Rodrigues, & Oliveira, 2015). Um dos exemplos com mais destaque, no âmbito de utilização terapêutica, é a utilização eficaz desta tecnologia, para recrear ambientes de frio com neve, como uma estratégia para a redução da dor em pacientes cujas queimaduras de pele têm de ser cuidadas. A eficácia de tais aplicações é possível graças à nossa incrível capacidade de imersão em mundos

virtuais, definida como “presença”. Os pesquisadores congratularam-se com este fenómeno, uma vez que este também tornou possível reproduzir de forma controlada, para expor os sujeitos a situações difíceis, se não mesmo impossíveis, de serem executadas enquanto parte de um estudo, na vida real. As dificuldades advêm tanto da natureza prática dessas experiências como dos aspetos éticos a elas associadas (Verplaetse & Smet, 2016). Um exemplo extremado deste aspeto é o treino de militares através da exposição a cenários de guerra virtuais.

Nos *videogames* as emoções são importantes na decisão do comportamento e na qualidade da experiência do jogador, por isso a quantidade de investigação dedicada à avaliação de respostas emocionais aumentou (Drachen, Yannakakis, Nacke, & Pedersen, 2010), sendo este, cada vez mais, um nicho do mercado empregador de psicólogos. Tem sido defendida a hipótese de que através da ativação emocional se pode promover o comportamento agressivo de jogadores com os jogos violentos. Esta hipótese da ativação emocional sugere que o jogo pode produzir um aumento na atividade psicofisiológica dos jogadores e torná-los mais excitados por requerer uma participação ativa por parte do indivíduo. Como a ativação emocional interage com a forma como o indivíduo interpreta as situações, se o sujeito jogar um jogo com violência poderá vivenciar estados de ativação como a irritabilidade, contribuindo, assim, para as manifestações de agressividade (Kettunen & Jarvinen, 2001). Normalmente, a avaliação destes incrementos fisiológicos do jogador tende a ser avaliada através de abordagens qualitativas (auto-relatos/ questionários) (Drachen et al., 2010).

Os investigadores tentam perceber a tendência natural dos indivíduos para se envolverem psicologicamente em ambientes virtuais. Até agora, esses esforços explicativos têm sido dominados por abordagens que enfatizam os aspetos sensoriais do meio. Para se envolver num mundo virtual, o utilizador deve, de certo modo,

estar sensorialmente integrado/ presente nesse mundo. No entanto, nem todos os sentidos precisam estar imersos para que a presença seja adquirida. A presença é, em primeiro lugar, um fenómeno psicológico que acontece na mente do utilizador relativamente à entrada de informações sensoriais proporcionadas durante a exposição ao ambiente virtual. Portanto, ela também deve ser influenciada pela elaboração cognitiva (ou imagens mentais) sobre o que está praticamente encenado (Verplaetse & Smet, 2016).

Na última década a pesquisa tem-se centrado nas variáveis como Atividade Eletrodérmica e Frequência Cardíaca e os resultados despertaram muita atenção no estudo do impacto dos jogos e este interesse está a crescer cada vez mais (Drachen et al., 2010). Diversos estudos têm tentado analisar a experiência do jogo ou demonstrar os efeitos psicológicos do jogo com base em evidências fisiológicas. Para isso têm recorrido a medidas que permitem a recolha de dados em tempo real. O objetivo é procurar adaptar as características do jogo à fisiologia dos jogadores, usando vários tipos de indicadores fisiológicos, para apoiar a avaliação do *design* do jogo. Por isso, é tentador afirmar que o método psicofisiológico se apresenta como uma ferramenta privilegiada para medir a própria experiência do jogo (Nacke, Stellmach, & Lindley, 2011). As medidas fisiológicas podem fornecer informações mais objetivas e precisas sobre os processos emocionais e cognitivos do jogador do que as disponíveis por métodos subjetivos. As medidas psicofisiológicas são suficientemente sensíveis para se obter respostas melhores do que as que são recolhidas pela observação direta ou via questionários. Combinados com outros métodos (por exemplo, auto-relato), os métodos psicofisiológicos acrescentam uma precisão significativa ao estudo da experiência de jogo (Kivikangas et al., 2011).

Nogueira, Torres, Rodrigues, Oliveira e Nacke (2016) demonstraram que a Atividade Eletrodérmica e a Frequência Cardíaca, que são medidas de sinais psicofisiológicos provenientes

do sistema nervoso periférico, têm sido utilizadas com sucesso como medidas de excitação e emoção, e estão altamente correlacionadas com a excitação experienciada por indivíduos em jogos. Estes avanços, com a integração de novas dimensões em avaliação, talvez representem a melhor estratégia para se entender os efeitos do jogo. Esta inovação também proporciona uma alternativa interessante para a experiência do jogo. As vantagens para a metodologia de investigação resultam de fato de se tornar possível analisar o comportamento do jogador em diferentes fases (perigo, seguro, combate, etc.), ao longo do tempo, bem como registar para depois se analisar face aos registos da Frequência Cardíaca média registada durante diferentes eventos que tipificam o jogo. Avanços nesta abordagem metodologia contribuiriam significativamente para uma compreensão mais aprofundada sobre a relação entre a estrutura do jogo e a experiência do jogador (Diemer, Alpers, Pepperkorn, Shibana, & Mullerberg, 2016; Kivikangas et al., 2011).

No contexto da pesquisa relacionada aos jogos, alguns estudos têm demonstrado que o envolvimento intenso com uma experiência de jogo emocionante pode estar associado ao aumento da excitação psicofisiológica (Limperos et al., 2014). Num estudo realizado por Kettunen e Jarvinen (2001), os sujeitos tiveram de jogar dois jogos, um de carácter violento e o outro não. Os resultados evidenciaram uma maior ativação fisiológica (maior Frequência Cardíaca) quando o jogo violento foi jogado em primeiro lugar, do que quando foi jogado em segundo lugar (após a exposição a outro jogo de ação). Porém, relativamente ao jogo não violento, verificou-se indiferente tê-lo jogado em primeiro ou segundo lugar. Por contraste, há autores que consideram que jogar *videogames* com conteúdos violentos, ao contrário de estimular a agressividade, pode exercer um efeito positivo nos jogadores, na medida em que contribui para uma diminuição da agressividade, por permitir a “descarga da agressividade latente” num ambiente seguro

(Georgios, John, & Henrik, 2008).

Um estudo realizado por Lim e Reeves (2010) investigou os efeitos dos jogos (na primeira pessoa ou sendo um avatar) no tipo de atividade do jogo (cooperativos ou competitivos) com a Frequência Cardíaca e a Atividade Eletrodérmica dentro da experiência do sujeito. Com base nos resultados obtidos, os investigadores concluíram que os jogadores tinham uma maior excitação fisiológica quando o jogo era na primeira pessoa.

Madsen (2016) investigou e comparou os efeitos da interatividade entre o jogo jogado na primeira pessoa e o jogador. Foram registradas as respostas fisiológicas dos participantes como medidas para se saber como eles reagiam na qualidade de jogadores ou quando assistiram a um jogo violento de tiro na primeira pessoa. Supondo que a interatividade permite uma maior imersão, o grupo que jogou apresentou respostas psicofisiológicas mais intensas do que o grupo de sujeitos que apenas assistiu. Foram medidas a Atividade Eletrodérmica (AED), Frequência Respiratória (RR) e Frequência Cardíaca (FC). Os jogadores tiveram um aumento significativamente maior do que os observadores nas pontuações de mudança de AED, RR e FC. Para medir as reações psicofisiológicas dos participantes foi utilizado o Biopac (versão 4.0).

Kneer, Elson e Klaap (2016) defendem que dada a complexidade do fenómeno em observação, importa ter em consideração um leque alargado de variáveis para se estudar os efeitos dos jogos de tiro na primeira pessoa. No estudo por eles realizado, nem a dificuldade nem a violência exibida influenciaram as medidas psicofisiológicas durante o jogo. Para recolher estas medidas, os investigadores mediram a Atividade Eletrodérmica com o *Widget Divino IOM Lightstone Biometrics USB*, que fornece três cliques para colocar nos dedos (dois para a Atividade Eletrodérmica e um para a Frequência Cardíaca).

Num outro estudo, Limperos et al. (2014) concluíram que em jogadores frequentes, a exci-

tação psicofisiológica tende a ser maior quando se joga um jogo 2D em comparação com o jogo 3D. Diversos estudos concluíram que a qualidade dos gráficos do jogo influencia a interatividade entre o jogador e o jogo (Christou, Lai-Chong, Zaphiris, & Ang, 2013; Nacke & Lindley, 2010; Nacke et al., 2011). Cowley et al. (2014). Face a estes resultados a indústria dos jogos tem investido numa nova colaboração interdisciplinar que combina a investigação básica de psicofisiologia com padrões de *design* de jogos e a influência na interação entre a experiência de jogo e o *design* do mesmo.

Entende-se por presença, a sensação subjetiva de estar num ambiente virtual. Esta sensação pode ser separada da capacidade de uma qualquer tecnologia para fazer mergulhar um utilizador nos ambientes gerados. Enquanto a imersão é uma variável de carácter iminentemente tecnológico e, por isso mesmo, pode ser descrita de forma mais objetiva, a presença é uma variável que representa a experiência do utilizador. Por esta razão as medidas de presença tendem a ser adquiridas através de escalas psicométricas.

Entre os vários instrumentos disponíveis para medir esta variável o *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) é o que está traduzido e devidamente validado para a população portuguesa (Vasconcelos-Raposo, et al., 2016). Este questionário dá-nos, essencialmente, informação sobre o sentido de presença, dos participantes, num determinado ambiente virtual. Para isso, são combinadas perguntas de diferentes subescalas (três) que todas juntas resultam em informação sobre o sentimento de presença global. Essas três escalas são a presença espacial, ou seja, a sensação de estar fisicamente presente no ambiente virtual; o envolvimento, que podemos definir com a atenção que o participante dedica ao ambiente virtual e o envolvimento que experimenta; o realismo, que é a experiência subjetiva do realismo que o ambiente virtual proporciona; e por fim, a presença total, que nos diz a capacidade que o indivíduo teve para obter um

sentido de presença no ambiente de realidade virtual (Stevens, 2015; Wang, Petrina, S., & Feng, F., 2015).

As investigações têm demonstrado que várias formas de envolvimento do jogador num jogo permite a existência de processos cognitivos relacionados com jogos, pois estes levam os jogadores a fazerem escolhas, decidindo qual é a melhor decisão em conformidade com o objetivo de jogo, tendo presente que para todas as tomadas de decisão existem consequências. O envolvimento no ambiente de jogo, a presença e o realismo são fundamentais para a influência de jogos nos processos cognitivos. Estes componentes são mecanismos centrais em jogos e estão intimamente associados à necessidade do jogador em se manter concentrado para poder ter sucesso. Este é, portanto, o mecanismo a que os *designers* dos jogos recorrem para manter os jogadores motivados para continuar a jogar (Bachen, Hernández-Ramos, Raphael, & Waldron, 2016).

Algumas das características procuradas no desenvolvimento dos jogos de tiro na primeira pessoa é conseguir oferecer ao jogador um universo ambientalmente coerente e que pareça bastante realista. Para que assim seja importa ter bons gráficos, representar bons espaços físicos e oferecer um ambiente sonoro de alta qualidade. Uma vez satisfeitos estes requisitos, em conjunto com a demonstração clara das consequências das ações do jogador torna-se mais simples, para os participantes, esquecerem-se do artificialismo do jogo e permitir que estes se sintam presentes psicologicamente durante os jogos de tiro na primeira pessoa. A influência dos gráficos de qualidade não é surpresa, pois os estudos de presença há muito que estabeleceram estes como critério para se conseguir a absorção dos jogadores em ambientes virtuais. Avaliações de qualidade relativas a características do jogo, como realidade e qualidade de gráficos, estão associadas a sentimentos de presença auto-relatados durante o jogo de tiro na primeira pessoa. Para

além disto, contribuem para enquadramento teórico entre o conteúdo do jogo e respetivas experiências, assim como também revelam as implicações qualitativas sobre o *design* de jogos (Schumann, Bowman, & Schultheiss, 2016).

Estudar os efeitos do realismo em *videogames* é importante porque existem evidências que sugerem que o realismo influencia a experiência de jogo. O realismo produz alterações nas medidas fisiológicas, na presença e no envolvimento. A qualidade gráfica do jogo está relacionada com a probabilidade de ver imagens de *videogames* violentos (como os jogos de tiro na primeira pessoa) o mais próximas possível da vida real, porque imagens com mais qualidade ajudam os jogadores a interpretar os atributos de *videogames* como se da vida real se tratasse e, naturalmente, os jogadores sentem-se mais presentes e envolvidos no jogo. Consequentemente, todos estes aspetos podem ser registados através de medidas fisiológicas cujo scores a obter deverão representar um aumento comparativamente aos valores de baseline. A frequência cardíaca é uma das medidas fisiológica que mais é afetada pelo realismo, sentimento de presença e envolvimento em *videogames* (Barlett & Rodeheffer, 2009).

Face ao que nos foi dado registar aquando da revisão da literatura, definimos como objetivo desta pesquisa comparar as medidas da Frequência Cardíaca (FC) e da Atividade Eletrodérmica (AED) durante o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e o jogo *VR Shooter Guns Demo*. Foram ainda tomadas em consideração as variáveis de presença auto-relatadas pelos jogadores.

Neste estudo pretende-se relacionar a experiência (IPQp: presença espacial, realismo experienciado e envolvimento) dos jogadores, em jogos de Realidade Virtual (RV), com a AED e a FC; comparar o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e o jogo *VR Shooter Guns Demo* em função da medição da FC e da AED; e por fim, pretende-se comparar a presença dos jogadores (IPQ) em função do jogo *Bullet Sorrow VR Demo* com o jogo *VR Shooter Guns Demo*.

## MÉTODO

Este estudo é exploratório transversal quase-experimental e é conduzido por hipóteses.

### Amostra

Participaram neste estudo 20 indivíduos, todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 20 e os 27 anos [ $M = 22$  anos,  $DP = 1.95$ ]. Todos os participantes são jogadores *hardcore* e em média jogam, aproximadamente, quatro horas por semana [ $DP = .912$ ]. A amostra foi recolhida numa universidade pública do norte de Portugal, aplicando-se o método de conveniência. Nenhum dos participantes relatou sofrer de qualquer problema de saúde impeditivo da sua participação no estudo.

### Instrumentos

Nesta investigação, para fazer a recolha das variáveis dependentes, utilizaram-se os instrumentos *NeXus-10*, *Vive*, IPQ para medir a Frequência Cardíaca, Atividade Eletrodérmica e experiência auto-relatada e um questionário sociodemográfico que descrevemos de seguida.

A variabilidade da Frequência Cardíaca descreve as oscilações no intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), assim como oscilações entre Frequências Cardíacas instantâneas consecutivas. Trata-se de uma medida que pode ser utilizada para avaliar a modulação do sistema nervoso autónomo sob condições fisiológicas, tais como em situações de vigília e sono, em diferentes posições do corpo, treino físico, e também em condições patológicas (Board, Ispoglou, & Ingle, 2016). A variabilidade da Frequência Cardíaca é definida a partir de alterações nos comprimentos de intervalo simultâneos no eletrocardiograma (ECG) e os dados são analisados por vários métodos matemáticos (Berntson et al., 1997). Existe uma grande variação no padrão de regulação cardíaca entre os indivíduos. Os valores normais Frequência Cardíaca variam entre 60 e 100 batimentos por

minuto (Szakály et al., 2016). Contudo, esta pode variar com a idade, a atividade física ou a presença de doenças cardíacas. Dos 8 anos até à adolescência a Frequência Cardíaca atinge valores de 80 a 100 batimentos cardíacos por minuto. Num adulto sedentário geralmente é entre 70 a 80 batimentos por minuto (Seppälä et al. 2014). As alterações na Frequência Cardíaca são normais e esperadas e indicam a habilidade do coração em responder aos múltiplos estímulos fisiológicos e ambientais, entre eles a respiração, o exercício físico, o stresse mental, alterações hemodinâmicas e metabólicas, sono, bem como em compensar perturbações funcionais induzidas por doenças (Sannicandro, Cofano, & Rosa, 2016).

A Atividade Eletrodérmica (AED) é uma denominação para todos os fenómenos elétricos que ocorrem na pele, sendo o resultado desta atividade a condutância cutânea (CC), ou seja, a atividade tónica da pele (varia lentamente o nível de AED) ou a resistência cutânea (RC), que é a atividade fásica (mudanças rápidas e curtas do nível de AED) (Alvarez et al., 2015; Bracco, Turriziani, Smirni, Mangano & Oliveri, 2017; Chołoniewski et al., 2016; Giromini et al., 2016; Posada-Quintero et al., 2016; Sano, Picard & Stickgold, 2014; Raikes & Schaefer, 2016; Schmidt et al., 2016; Visnovcova et al., 2016).

A AED é uma medida fisiológica controlada pelo sistema nervoso simpático que reflete as mudanças na excitação das pessoas, verificada através da secreção do suor. O princípio básico para a medição é que a água e os eletrólitos são controlados em partes individuais num organismo, o que é capaz de espalhar uma corrente elétrica fraca entre dois eletrodos colocados na superfície da pele (Alvarez et al., 2015; Bracco, et al., 2017; Chołoniewski et al., 2016; Giromini et al., 2016; Posada-Quintero et al., 2016; Sano et al., 2014; Schmidt et al., 2016; Raikes & Schaefer, 2016; Visnovcova et al., 2016).

O *Igroup Presence Questionnaire* (IPQp) mede a presença espacial, o realismo expe-

rienciado e o envolvimento. No final, obtém-se a Presença Global (PG) que é a média de todos os itens do questionário, após a devida correção dos itens a inverter. No seu formato final, permite a quantificação de três subescalas: Presença Espacial (PE) (SP1, SP2, SP3, SP4 e SP5), Realismo Experienciado (RE) (REAL1, REAL2, REAL3 e REAL4) e o Envolvimento (E) (INV1, INV2, INV3 e INV4). No final, obtém-se a Presença Global (G1) que é a média de todos os itens do questionário, após a correção dos itens a inverter (Vasconcelos-Raposo et al., 2016). Este instrumento foi validado para a população Portuguesa por Vasconcelos-Raposo et al. (2016). A escala tem 14 itens e apresenta um formato de escala de Likert de cinco pontos (discordo totalmente; discordo; não concordo nem discordo; concordo; concordo totalmente).

O equipamento *Vive* são os óculos virtuais da HTC. Promete uma variedade de opções de cenários para usufruir durante a imersão na realidade virtual. Um dos maiores destaques do *gadget* é o recurso *lighthouse*, que rastreia os movimentos medindo o posicionamento das mãos e da cabeça. Dessa forma, é possível andar com o dispositivo sem receio de tropeçar em móveis ou bater em paredes. Neste acessório, existe conectividade wireless, áudio de alta definição, câmara frontal (para ver sem retirar os óculos), além de dois controlos (que simulam armas, martelos, etc.). Estes aspetos melhoram a experiência do jogador e tornam a simulação cada vez mais próxima ao real (Greenwald, 2016).

O *NeXus-10* é utilizado para a aquisição de medidas fisiológicas. É conectado por Bluetooth e controlado remotamente utilizando o *software Biotrace+* (Lin et al., 2012; Mackersie, MacPhee, & Heldt, 2015). O aparelho do *NeXus-10* é colocado numa ala do ombro de cada participante. As gravações dos valores da Frequência Cardíaca e da Atividade Eletrodérmica são feitas simultaneamente, mas em canais separados, cada um com conversores a-d de 24 bits e amplificadores

DC-Emparelhados. A AED é registada na mão não dominante através de dois elétrodos de prata ou cloreto de prata ligados aos cabos principais (NX-GSR1A). Estes elétrodos são colocados em lados opostos da palma da mão e por isso, durante a experiência é pedido aos participantes que mantenham a palma da mão voltada para cima, para assim reduzir o movimento dos dispositivos. O resultado das gravações é feita em *micro-siemens* por segundo (Lin et al., 2012; Mackersie et.al, 2015).

O registo da FC é obtido com a ajuda de três elétrodos (de prata ou cloreto de prata) emparelhados a cabos *snap-on* (NX-EXG2B). Um dos elétrodos é colocado na terceira costela (em linha com o solo), outro abaixo da clavícula esquerda e outro abaixo da clavícula direita. Os resultados são obtidos em *microvolts* por segundo (Mackersie et al., 2015).

Para obter os dados necessários para esta investigação foi elaborado um questionário sociodemográfico onde recolhemos o sexo, a idade e a frequência com que os participantes jogam para avaliar a competência/capacidade de jogo que se constituíram como variáveis independentes.

### Procedimentos

A experiência foi realizada numa sala de 3x3 metros. Iniciou-se cada experiência pela assinatura do consentimento informado por parte de cada participante, tendo sido os participantes informados que seria assegurada a sua confidencialidade e sigilo, para além das colaborações e participações serem de carácter voluntário. De seguida, responderam a um questionário sociodemográfico. Foram colocados os elétrodos nos participantes para obter a FC e a AED. Os aparelhos utilizados (*Vive* e *NeXus-10*) foram preparados e testados, antes do participante começar a jogar cada jogo. A ordem dos participantes jogarem foi aleatória. Realizou-se uma explicação em relação aos comandos do jogo e de seguida foi feita uma introdução sobre em que consistia cada jogo.

Os participantes jogaram durante 5 minutos o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e durante outros 5 minutos o jogo *VR Shooter Guns Demo*. Os dados recolhidos foram registados pelo software *Biotrace+*. No final de cada jogo o participante respondeu ao IPQp de 14 itens. Os participantes só responderem ao IPQp no final de cada jogo e esse era jogado de forma ininterrupta, para assim melhor se perceber a diferença entre as experiências dos jogadores em função de cada jogo. A FC e a AED foram medidas em todos os participantes em cada jogo. No final da experiência, foi perguntado aos participantes se sentiram algum sintoma de mal-estar de forma e seguiu-se uma breve entrevista sobre a experiência que tinham vivido e assim os participantes foram observados durante pelo menos 5 minutos para que os pesquisadores se assegurassem que os participantes se sentiam bem.

Foi utilizado um delineamento experimental de medidas repetidas, com 2 níveis de 1 variável independente (jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e jogo *VR Shooter Guns Demo*) e 3 variáveis dependentes (AED, FC, IPQ). As medidas foram de escala proporcional (FC e AED) e escala de intervalo (IPQ).

### Análise Estatística

Para a análise estatística foram realizados dois Teste T de amostras emparelhadas e para verificar os dois últimos objetivos e duas

Correlações. O valor adotado para considerar diferenças significativas foi  $p = .05$ . Utilizamos as correlações Bivariadas para verificar o primeiro objetivo: correlacionar as variáveis de presença com as variáveis fisiológicas.

Para realizar as análises estatísticas foi utilizado o programa IBM SPSS, versão 23.0 (para Windows). Os resultados são relatados com base na dimensão dos efeitos ( $r^2$ ). Foi testada a normalidade dos dados e verificou-se que estes seguiam uma distribuição normal.

## RESULTADOS

As correlações efetuadas mostram que existem efeitos significativos. Durante o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* verificou-se um efeito estatístico forte entre a FC final e PE ( $r^2 = .185$ ). Verificou-se um efeito estatístico médio entre a FC inicial e a PE ( $r^2 = .127$ ), entre a AED inicial e o E ( $r^2 = .08$ ), e entre a FC final e o R ( $r^2 = .086$ ). Verificou-se um efeito estatístico pequeno entre a AED inicial e Presença Espacial (PE) ( $r^2 = .04$ ), entre a AED final e PE ( $r^2 = .023$ ), entre FC inicial e o E ( $r^2 = .025$ ), entre a FC inicial e o Realismo (R) ( $r^2 = 0.042$ ), entre a AED inicial e o R ( $r^2 = .048$ ) e ainda entre a AED final e o R ( $r^2 = .03$ ), sendo que estes dois últimos são efeitos estatísticos negativos. Por fim, verificou-se um efeito estatístico nulo entre a FC inicial e o Envolvimento (E) ( $r^2 = .007$ ) e entre a AED inicial e o E ( $r^2 = -.002$ ) (ver Quadro 1).

### Quadro 1

Correlação entre a experiência auto-relatada, a Frequência Cardíaca (FC) e Atividade Eletrodérmica (AED) no início e no final do jogo *Bullet Sorrow VR Demo* (A)

Variáveis	Presença Espacial A	Envolvimento A	Realismo A
FC A Início	.356	.157	.206
FC A Fim	.430	.084	-.293
AED A Início	.201	.283	-.220
AED A Fim	.151	-.039	-.172

Nota: FC A Início – Frequência Cardíaca no início do jogo A; FC A Fim - Frequência Cardíaca no final do jogo A; AED A Início– Atividade Eletrodérmica no início do jogo A; AED A Fim– Atividade Eletrodérmica no final do jogo A; Presença Espacial A – Experiência auto-relatada no jogo A; Envolvimento A – Experiência auto-relatada no jogo A; Realismo A – Experiência auto-relatada no jogo A.



Durante o jogo *VR Shooter Guns Demo* verificou-se um efeito estatístico forte entre FC inicial e PE ( $r^2 = .177$ ) e ainda entre FC final e PE ( $r^2 = .15$ ). Verificou-se um efeito pequeno entre AED inicial e PE ( $r^2 = .032$ ), FC inicial e E ( $r^2 = .033$ ), FC final e E ( $r^2 = .055$ ), entre AED final e E ( $r^2 = .018$ ) e ainda entre AED

final e R ( $r^2 = .019$ ). Por fim, verificou-se um efeito estatístico nulo entre AED final e PE ( $r^2 = .0079$ ), entre AED inicial e E ( $r^2 = .0037$ ), entre FC inicial e R ( $r^2 = .0067$ ), entre FC final e R ( $r^2 = .026$ ) e ainda entre AED inicial e R ( $r^2 = .076$ ) (ver Quadro 2).

#### Quadro 2

*Correlação entre a experiência auto-relatada a Frequência Cardíaca (FC) e Atividade Eletrodérmica (AED) no início e no final do jogo VR Shooter Guns Demo (B)*

Variáveis	Presença Espacial B	Envolvimento B	Realismo B
FC B Início	.421	.181	-.083
FC B Fim	.388	.235	.051
AED B Início	.179	.061	.087
AED B Fim	.089	.134	.137

*Nota:* FC B Início – Frequência Cardíaca no início do jogo B; FC B Fim - Frequência Cardíaca no final do jogo B; AED B Início– Atividade Eletrodérmica no início do jogo B; AED B Fim– Atividade Eletrodérmica no final do jogo B; Presença Espacial B – Experiência auto-relatada no jogo B; Envolvimento B – Experiência auto-relatada no jogo B; Realismo B – Experiência auto-relatada no jogo B.

No Quadro 3 podemos verificar que existem diferenças estatísticas em todas as comparações efetuadas, sendo que existe um efeito nulo na comparação entre a FC do jogo *Bullet Sorrow VR Demo* no início e no fim do jogo ( $r^2 = .003$ ), entre a AED do Jogo *Bullet Sorrow VR*

*Demo*, no início e no fim ( $r^2 = .005$ ) e ainda entre a AED do Jogo *VR Shooter Guns Demo*, no início e no fim ( $r^2 = .006$ ). Verificou-se ainda um efeito estatístico negativo pequeno na FC do jogo *VR Shooter Guns Demo*, no início e no fim ( $r^2 = .012$ ) (ver Quadro 3).

#### Quadro 3

*Comparação da Frequência Cardíaca (FC) e Atividade Eletrodérmica (AED) no início e no final dos jogos Bullet Sorrow VR Demo (A) e VR Shooter Guns Demo (B)*

Variáveis	$M \pm Dp$	$t$	$p$
FC A Início – FC A Fim	-1.30±18.33	-.32	.755
AED A Início – AED A Fim	-9.07±53.50	-.76	.458
FC B Início – FC B Fim	-4.20±10.71	-1.75	.096
AED B Início – AED B Fim	-11.78±51.61	-1.02	.320

*Nota:* FC A Início – Frequência Cardíaca no início do jogo A; FC A Fim – Frequência Cardíaca no final do jogo A; AED A Início – Atividade Eletrodérmica no início do jogo A; AED A Fim– Atividade Eletrodérmica no final do jogo A; FC B Início – Frequência Cardíaca no início do jogo B; FC B Fim – Frequência Cardíaca no final do jogo B; AED B Início – Atividade Eletrodérmica no início do jogo B; AED B Fim – Atividade Eletrodérmica no final do jogo B.

No Quadro 4 podemos verificar que existem diferenças entre o Envolvimento do jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e *VR Shooter Guns Demo*, sendo que este efeito é estatisticamente pequeno ( $r^2 = .009$ ). Contudo, este Quadro mostra-nos que não existem diferenças signi-

ficativas em três das comparações efetuadas (PE entre o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e *VR Shooter Guns Demo*; Realismo entre jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e *VR Shooter Guns Demo* e ainda na PG entre o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e o *VR Shooter Guns Demo*).

#### Quadro 4

Comparação dos resultados do IPQ (Presença Espacial, Envolvimento, Realismo e Presença Global) nos jogos *Bullet Sorrow VR Demo* (A) e *VR Shooter Guns Demo* (B)

Variáveis	$M \pm Dp$	$t$	$p$
Presença Espacial A – Presença Espacial B	.13 ± .24	2.38	.028
Envolvimento A – Envolvimento B	.18 ± .46	1.70	.105
Realismo A – Realismo B	.30 ± .40	3.34	.003
Presença Global A – Presença Global B	.20 ± .29	3.14	.005

Nota: Presença Espacial A – Experiência auto-relatada no jogo A; Envolvimento A – Experiência auto-relatada no jogo A; Realismo A – Experiência auto-relatada no jogo A; Presença Espacial B – Experiência auto-relatada no jogo B; Envolvimento B – Experiência auto-relatada no jogo B; Realismo B – Experiência auto-relatada no jogo B.

## DISCUSSÃO

As investigações sobre neurociência e Realidade Virtual (RV) têm demonstrado que a deteção humana nos símbolos exibidos em ambientes virtuais ativa um conjunto de respostas impressionantes do cérebro. Com isto, torna-se essencial perceber a influência do avanço da tecnologia, nomeadamente em relação aos videogames sendo cada vez mais relevante discutir os efeitos e experiências que as pessoas têm com este tipo de jogos (Lim & Reeves, 2010; Limperos, Waddell, Ivory, & Ivory, 2014).

Tendo conta o primeiro objetivo que foi relacionar a experiência dos jogadores, em jogos de Realidade Virtual (RV), com a AED e a FC, os nossos resultados mostraram que existe um efeito estatístico forte entre a FC final e Presença Espacial (PE) no jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e *VR Shooter Guns Demo* ( $r^2 = .185$ ;  $r^2 = .177$ ), o que significa que a presença influenciou apenas a FC dos jogadores. Concluimos que os resultados obtidos vão de encontro à revisão

de literatura, pois a FC foi a medida fisiológica mais afetada pelo sentimento de presença no jogo (Barlett & Rodeheffer, 2009). Apesar da fraca qualidade dos gráficos de jogo, os participantes conseguiram envolver-se e sentir-se presentes no jogo e isso fez a sua FC aumentar. Isto talvez seja explicado pelo facto de ser a primeira vez que a grande maioria dos participantes jogou utilizando equipamento de RV. No entanto, destacamos o facto de estes resultados irem contra o que Nogueira, et al. (2016) demonstraram, argumentando que tanto a FC como a AED, ambas, de igual forma, estão significativamente relacionadas com a excitação experienciada por indivíduos em jogos.

O nosso segundo objetivo foi comparar o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e o jogo *VR Shooter Guns Demo* em função da medição da FC e da AED. Os resultados evidenciaram um efeito nulo na variável FC no jogo *Bullet Sorrow VR* e um efeito estatístico negativo pequeno na FC do jogo *VR Shooter Guns Demo*. Este efeito pode

ter duas explicações: o facto de os jogadores terem um intervalo muito pequeno entre os dois jogos, e ainda devido ao segundo jogo ser menos realista o que poderá ter levado a que a FC dos jogadores tivesse tendência a estabilizar. Os resultados obtidos confirmam os já publicados na literatura da especialidade onde se sugere que a qualidade dos gráficos do jogo influencia a interatividade entre o jogador e o jogo (Christou, et al., 2013; Nacke & Lindley, 2010; Nacke et al., 2011). As imagens com mais qualidade ajudam os jogadores a interpretar os atributos dos videogames como se da vida real se tratassem e, naturalmente, os jogadores sentem-se mais presentes e envolvidos no jogo e, em consequência, os valores das suas medidas fisiológicas tendem a aumentar (Barlett & Rodeheffer, 2009). Ou seja, no nosso estudo, como a qualidade dos gráficos era menos realista, no jogo *VR Shooter Guns Demo*, os jogadores não se sentiram tão presentes nem se envolveram tanto no jogo, não provocando alterações fisiológicas significativas. Num estudo realizado por Kneer, Elson e Klap (2016) também é avançada a ideia de que há uma grande quantidade de variáveis que precisam ser tidas em conta ao estudar os efeitos dos jogos de tiro na primeira pessoa. Neste estudo, o jogo não influenciou a Frequência Cardíaca e a Atividade Eletrodérmica. No entanto, Madsen (2016) realizou uma experiência onde os participantes que jogaram um jogo de tiro na primeira pessoa obtiveram um aumento significativo da Atividade Eletrodérmica e aumento da Frequência Cardíaca.

Por fim, ao comparar a presença dos jogadores, através do IPQp face à comparação entre a exposição do jogo *Bullet Sorrow VR Demo* com o jogo *VR Shooter Guns Demo*, observámos que existem diferenças. Contudo estas não são significativas, pois apesar de os jogadores se envolverem mais isso não provoca alterações na FC ou AED. Os resultados sugerem que o processo ocorre fundamentalmente ao nível

cognitivo e sem repercussões aparentes nos processos fisiológicos. Esta situação pode ser consequência da baixa qualidade dos gráficos, pois não permite o envolvimento total do jogador nos jogos e, naturalmente, não se verificam alterações significativas nas medidas fisiológicas, baseando-se a projeção das emoções/reacções, relatadas em função da experiência do jogo, apenas em processos cognitivos pois os participantes envolvem-se no jogo tendo em conta que são responsáveis pelas suas ações e consequências das mesmas enquanto ativos no jogo. Isto é comprovado pela literatura, pois as investigações têm demonstrado que o envolvimento do jogador num jogo permite a existência de processos cognitivos relacionados com jogos, pois estes levam os jogadores a fazerem escolhas, decidindo qual é a melhor opção de acção em conformidade com o objetivo de jogo, e a serem responsáveis pelas consequências das decisões tomadas (Bachen et al., 2016). No entanto, estes resultados contrariam os apresentados por Limperos et al. (2014) que defendem que, independentemente da existência de processos cognitivos, o envolvimento intenso com a experiência de jogo emocionante é associado ao aumento da excitação psicofisiológica.

Consideramos que o facto de o tamanho da amostra ser pequena, ter sido recolhida toda na mesma área do país e os participantes serem todos do sexo masculino poderão ser limitações do nosso estudo.

Desta forma, propomos como perspectivas para futuras investigações um estudo com jogos de melhor qualidade gráfica, um número maior de participantes, uma amostra mais alargada a outro tipo de população e com inclusão de participantes do sexo feminino. Seria também interessante um estudo que verificasse se os resultados obtidos na nossa investigação seriam diferentes se os participantes não jogassem com tanta frequência e tivessem um intervalo de idades diferente do utilizado no nosso estudo.

## CONCLUSÕES

O objetivo desta investigação foi comparar as medidas da Frequência Cardíaca (FC) e da Atividade Eletrodérmica (AED) durante o jogo *Bullet Sorrow VR Demo* e o jogo *VR Shooter Guns Demo*, na generalidade dos jogadores com as experiências auto-relatadas por estes. Concluimos que não há efeitos significativos entre as medidas psicofisiológicas e os dois jogos. Das medidas auto-retaladas do IPQ, apenas o Envolvimento nos dois jogos teve impacto nos jogadores (embora o efeito estatístico seja pequeno). Entre o IPQ e as medidas psicofisiológicas, só existe um efeito significativo entre a FC e a PE, em ambos os jogos.

---

### Agradecimentos:

Nada declarado.

---

### Conflito de Interesses:

Nada declarado.

---

### Financiamento:

Nada declarado.

---

## REFERÊNCIAS

- Alvarez, V. Reinsberg, C., Scirica, B., O'Brien, M., Avery, K. Henderson, G., & Woo, L. (2015). Continuous electrodermal activity as a potential novel neurophysiological biomarker of prognosis after cardiac arrest—A pilot study. *Resuscitation*, 93, 128-135. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.06.006>
- Bachen, M., Hernández-Ramos, P., Raphael, C., & Waldron, A. (2016). How do presence, flow, and character identification affect players' empathy and interest in learning from a serious computer game?. *Computers in Human Behavior*, 64, 77-87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.019>
- Barlett, C. P., & Rodeheffer, C. (2009). Effects of realism on extended violent and nonviolent video game play on aggressive thoughts, feelings, and physiological arousal. *Aggressive Behavior*, 35(3), 213-224. <http://dx.doi.org/10.1002/ab.20279>
- Berntson, G., Thomas Bigger Jr., J., Eckberg, D., Grossman, P., Kaufmann, P., Malik, M. & Van Der Molen, M. (1997). Heart rate variability: Origins methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34(6), 623-648. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x>
- Board, E. M., Ispoglou, T., & Ingle, L. (2016). Validity of telemetric-derived measures of heart rate variability: a systematic review. *Journal Of Exercise Physiology Online*, 19(6), 64-84. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/311323537\\_Validity\\_of\\_Telemetric-Derived\\_Measures\\_of\\_Heart\\_Rate\\_Variability\\_A\\_Systematic\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/311323537_Validity_of_Telemetric-Derived_Measures_of_Heart_Rate_Variability_A_Systematic_Review)
- Bracco, M., Turriziani, P., Smirni, D., Mangano, R. G., & Oliveri, M. (2017). Relationship between physiological excitatory and inhibitory measures of excitability in the left vs. right human motor cortex and peripheral electrodermal activity. *Neuroscience Letters*, 641, 45-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2017.01.027>
- Chołoniowski, J., Chmiel, A., Sienkiewicz, J., Hołyst, J. A., Küster, D., & Kappas, A. (2016). Temporal Taylor's scaling of facial electromyography and electrodermal activity in the course of emotional stimulation. *Chaos, Solitons & Fractals*, 90, 91-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chaos.2016.04.023>
- Christou, G., Lai-Chong Law, E., Zaphiris, P., & Ang, C. S. (2013). Challenges of designing for sociability to enhance player experience in *Massively Multi-player Online Role-playing Games*. *Behaviour & Information Technology*, 32(7), 724-734. <http://dx.doi.org/10.1080/0144929X.2012.754497>
- Cowley, B., Kosunen, I., Lankoski, P., Kivikangas, J. M., Järvelä, S., Ekman, I., ... &

- Ravaja, N. (2014). Experience assessment and design in the analysis of gameplay. *Simulation & Gaming*, 45(1), 41-69. <http://dx.doi.org/10.1177/1046878113513936>
- Diemer, J., Alpers, G. W., Peperkorn, H. M., Shibani, Y., & Mühlberger, A. (2015). The impact of perception and presence on emotional reactions: a review of research in virtual reality. *Frontiers in psychology*, 6, 26. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00026>
- Drachen, A., Nacke, L. E., Yannakakis, G., & Pedersen, A. L. (2010). Correlation between heart rate, electrodermal activity and player experience in first-person shooter games. In *Proceedings of the 5th Association for Computing Machinery's Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques. Symposium on Video Games* (pp. 49-54). <http://dx.doi.org/10.1145/1836135.1836143>
- Georgios, Y., John, H., & Henrik, L. (2008). Entertainment capture through heart rate activity in physical interactive playgrounds. *User Modeling & User-Adapted Interaction*, 18(1/2), 207-243. <http://dx.doi.org/10.1007/s11257-007-9036-7>
- Giromini, L., Morese, R., Salatino, A., Di Girolamo, M., Viglione, D. J., & Zennaro, A. (2016). Rorschach Performance Assessment System (R-PAS) and vulnerability to stress: A preliminary study on electrodermal activity during stress. *Psychiatry Research*, 246, 166-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres.2016.09.036>
- Greenwald, W. (2016). The Many Virtues of Virtual Reality. *PC Magazine*, 97-108. Recuperado de <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=972609f0-a108-45ea-9549-07814cb46386%40sessionmgr4009&vid=2&hid=4203>
- Kettunen, J., & Jarvinen, L. (2001). Intraindividual analysis of instantaneous heart rate variability. *Psychophysiology*, 38(4), 659-668. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0146131>
- Kivikangas, J. M., Chanel, G., Cowley, B., Ekman, I., Salminen, M., Järvelä, S., & Ravaja, N. (2011). A review of the use of psychophysiological methods in game research. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, 3(3), 181-199. [http://dx.doi.org/10.1386/jgvw.3.3.181\\_1](http://dx.doi.org/10.1386/jgvw.3.3.181_1)
- Kneer, J., Elson, M., & Knapp, F. (2016). Fight fire with rainbows: The effects of displayed violence, difficulty, and performance in digital games on affect, aggression, and physiological arousal. *Computers in Human Behavior*, 54, 142-148. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.034>
- Lim, S., & Reeves, B. (2010). Computer agents versus avatars: Responses to interactive game characters controlled by a computer or other player. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(1), 57-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.09.008>
- Limperos, A., Waddell, T. F., Ivory, A. H., & Ivory, J. D. (2014). Psychological and physiological responses to stereoscopic 3d presentation in handheld digital gaming: Comparing the experiences of frequent and infrequent game players. *Presence*, 23(4), 341-353. [http://dx.doi.org/10.1162/PRES\\_a\\_00204](http://dx.doi.org/10.1162/PRES_a_00204)
- Lin, G., Xiang, Q., Fu, X., Wang, S., Wang, S., Chen, S., ... & Wang, T. (2012). Heart rate variability biofeedback decreases blood pressure in prehypertensive subjects by improving autonomic function and baroreflex. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 18(2), 143-152. <http://dx.doi.org/10.1089/acm.2010.0607>
- Madsen, K. E. (2016). The differential effects of agency on fear induction using a horror-themed video game. *Computers in Human Behavior*, 56, 142-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.041>
- Mackersie, C. L., MacPhee, I. X., & Heldt, E. W. (2015). Effects of Hearing Loss on Heart-Rate Variability and Skin Conductance Measured During Sentence Recognition

- in Noise. *Ear and hearing*, 36(1), 145-154. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0000000000000091>
- Nacke, L. E., & Lindley, C. A. (2010). Affective ludology, flow and immersion in a first-person shooter: Measurement of player experience. *Affective Ludology: Scientific Measurement of User Experience in Interactive Entertainment*, 3(5), 1-21. Recuperado de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1004/1004.0248.pdf>
- Nacke, L. E., Stellmach, S., & Lindley, C. A. (2011). Electroencephalographic assessment of player experience: A pilot study in affective ludology. *Simulation & Gaming*, 42(5), 632-655. <http://dx.doi.org/10.1177/1046878110378140>
- Nogueira, P. A., Torres, V., Rodrigues, R., & Oliveira, E. (2015). An annotation tool for automatically triangulating individuals' psychophysiological emotional reactions to digital media stimuli. *Entertainment Computing*, 9(10), 19-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.entcom.2015.06.003>
- Nogueira, P. A., Torres, V., Rodrigues, R., Oliveira, E., & Nacke, L. E. (2016). Vanishing scares: biofeedback modulation of affective player experiences in a procedural horror game. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 10(1), 31-62. <http://dx.doi.org/10.1007/s12193-015-0208-1>
- Posada-Quintero, H. F., Florian, J. P., Orjuela-Cañón, A. D., Aljama-Corrales, T., Charleston-Villalobos, S., & Chon, K. H. (2016). Power spectral density analysis of electrodermal activity for sympathetic function assessment. *Annals of biomedical engineering*, 44(10), 3124-3135. <http://dx.doi.org/10.1007/s10439-016-1606-6>
- Raikes, A. C., & Schaefer, S. Y. (2016). Phasic Electrodermal Activity During the Standardized Assessment of Concussion (SAC). *Journal of Athletic Training*, 51(7), 533-539. <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-51.8.09>
- Sano, A., Picard, R. W., & Stickgold, R. (2014). Quantitative analysis of wrist electrodermal activity during sleep. *International Journal of Psychophysiology*, 94(3), 382-389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.09.011>
- Sannicandro, I., Cofano, G., & Rosa, A. R. (2016). Heart rate response comparison of young soccer players in "cage" small-sided and 8vs8 games. *Journal Of Physical Education & Sport*, 16(4), 1122-1127. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2016.04180>
- Schmidt, M., Penner, D., Burkl, A., Stojanovic, R., Schumann, T., & Beckerle, P. (2016). Implementation and evaluation of a low-cost and compact electrodermal activity measurement system. *Measurement*, 92, 96-102. <http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2016.06.007>
- Schumann, C., Bowman, D., & Schultheiss, D. (2016). The quality of video games: subjective quality assessments as predictors of self-reported presence in first-person shooter and role-playing games. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 60(4), 547-566. <http://dx.doi.org/10.1080/08838151.2016.1234473>
- Seppälä, S., Laitinen, T., Tarvainen, M. P., Tompuri, T., Veijalainen, A., Savonen, K., & Lakka, T. (2014). Normal values for heart rate variability parameters in children 6-8 years of age: the PANIC Study. *Clinical Physiology & Functional Imaging*, 34(4), 290-296. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12096>
- Stevens, J. A., & Kincaid, J. P. (2015). The relationship between presence and performance in virtual simulation training. *Open Journal of Modelling and Simulation*, 3(2), 41. <https://doi.org/10.4236/ojmsi.2015.32005>
- Szakály, Z., Bognár, J., Barthalos, I., Ács, P., Ihász, F., & Fugedi, B. (2016). Specific heart rate values of 10-12-year-old physical education students during physical activity.

*Journal Of Physical Education & Sport*, 16(3), 800-805. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2016.03127>

Vasconcelos-Raposo, J., Bessa, M., Melo, M., Barbosa, L., Rodrigues, R., Teixeira, C. M., ... & Sousa, A. A. (2016). Adaptation and Validation of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in a Portuguese Sample. *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments*, 25(3), 1-13. [http://dx.doi.org/10.1162/PRES\\_a\\_00261](http://dx.doi.org/10.1162/PRES_a_00261)

Verplaetse, J., & Smet, D. (2016). Mental beliefs about blood, and not its smell, affect presence in a violent computer game. *Computers in Human Behavior*, 63,

928-937. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.012>

Visnovcova, Z., Mestanik, M., Gala, M., Mestanikova, A., & Tonhajzerova, I. (2016). The complexity of electrodermal activity is altered in mental cognitive stressors. *Computers in Biology and Medicine*, 79, 123-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.combiomed.2016.10.014>

Wang, Y. F., Petrina, S., & Feng, F. (2016). Virtual immersive language learning and gaming environment: immersion and presence. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 431-450. <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12388>