

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO**

---

**EFEITOS DA ANSIEDADE-ESTADO E DA EXPERIÊNCIA EM VÍDEO GAMES DE  
AÇÃO SOBRE A CONDUÇÃO DE AUTOMÓVEIS:  
COMPORTAMENTO DO OLHAR, RESPOSTA CARDÍACA E DESEMPENHO MOTOR  
DE MOTORISTAS JOVENS**

**GABRIEL PALMEIRA PASCHOALINO**

**BAURU, 2023**



**GABRIEL PALMEIRA PASCHOALINO**

**EFEITOS DA ANSIEDADE-ESTADO E DA EXPERIÊNCIA EM VÍDEO  
GAMES DE AÇÃO SOBRE A CONDUÇÃO DE AUTOMÓVEIS:  
COMPORTAMENTO DO OLHAR, RESPOSTA CARDÍACA E  
DESEMPENHO MOTOR DE MOTORISTAS JOVENS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Câmpus de Bauru, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento.

**BAURU**

**2023**

P279e

Paschoalino, Gabriel Palmeira

Efeitos da ansiedade-estado e da experiência em vídeo games de ação sobre a condução de automóveis : comportamento do olhar, resposta cardíaca e desempenho motor de motoristas jovens / Gabriel Palmeira Paschoalino. -- Bauru, 2023

52 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Sérgio Tosi Rodrigues

1. Atenção. 2. Ansiedade. 3. Video games. 4. Movimento dos olhos. 5. Direção de automóveis. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GABRIEL PALMEIRA PASCHOALINO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.**

Aos 19 dias do mês de janeiro do ano de 2023, às 10:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GABRIEL PALMEIRA PASCHOALINO, intitulada "**EFEITOS DA ANSIEDADE-ESTADO E DA EXPERIÊNCIA EM VÍDEO GAMES DE AÇÃO SOBRE A CONDUÇÃO DE AUTOMÓVEIS: COMPORTAMENTO DO OLHAR, RESPOSTA CARDÍACA E DESEMPENHO MOTOR DE MOTORISTAS JOVENS**". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. FABIO AUGUSTO BARBIERI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências - Unesp - Campus Bauru, Prof. Assoc. SERGIO TOSI RODRIGUES (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru, Prof. Dr. CASSIO DE MIRANDA MEIRA JUNIOR (Participação Virtual) do(a) . / Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo - USP, Prof. Dr. RENATO DE MORAES (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Educação Física e Esporte / Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente  
 FABIO AUGUSTO BARBIERI  
Data: 27/02/2023 10:30:59-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. FABIO AUGUSTO BARBIERI

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus amados pais e minha amada companheira.

## **AGRADECIMENTOS**

Eu gostaria de dedicar este local especial à algumas pessoas de extrema importância na minha vida.

À minha família e ao meu amor, muito obrigado. Vocês fazem parte disso e essa conquista também é de vocês.

À todos integrantes do LIVIA, por me acolherem desde o início da minha graduação.

Ao meu professor orientador, por debater, questionar, desafiar e auxiliar ao longo de vários anos.

Meus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo (processo: 132407/2020-5).

Muito obrigado! Cada segundo que compartilhamos valeu a pena.

## EPÍGRAFE

*Ancora imparo.*

(Sêneca)

**EFEITOS DA ANSIEDADE-ESTADO E DA EXPERIÊNCIA EM VÍDEO GAMES DE  
AÇÃO SOBRE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEIS:  
COMPORTAMENTO DO OLHAR, RESPOSTA CARDÍACA E DESEMPENHO MOTOR  
DE MOTORISTAS JOVENS**

**RESUMO**

As capacidades atencionais são cruciais para a identificação e seleção de informação relevante do ambiente e para a produção de movimentos calibrados à tarefa corrente. Por exemplo, ao dirigir um automóvel é necessário obter e selecionar fontes de informação relevante do trânsito para produzir e antecipar ações adequadas, bem como inferir sobre o que está prestes a acontecer. Em diferentes situações dentro e fora do trânsito, podemos experimentar emoções que afetam como a atenção é controlada. A ansiedade é um estado emocional que pode desviar o controle atencional e, conseqüentemente, afetar a percepção de informações visualmente relevantes, bem como a tomada de decisões e a execução dos movimentos, culminando em queda no desempenho, tanto em situações cotidianas ou esportivas. Por outro lado, há uma literatura que mostra que experiências prévias possibilitam o aprimoramento de capacidades atencionais. Especificamente, os efeitos da prática em vídeo games sobre a atenção visual apontam para uma série de aprimoramentos em capacidades atencionais, como no piscar atencional, campo de visão útil, latência de sacadas e inibição sacádica. Contudo, não está claro se a experiência específica em vídeo games emocionalmente contextualizados permite um processo de aprendizagem favorável ao controle atencional sob circunstâncias de alta ansiedade. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito da experiência em vídeo games em diferentes gêneros (Ação, Não-ação, Controle) e da ansiedade-estado (Baixa e Alta) sobre o comportamento do olhar, a resposta cardíaca e o desempenho motor de motoristas jovens durante uma tarefa de condução simulada de automóveis. Quarenta voluntários adultos jovens e com experiência de condução de automóveis participaram do estudo. Três grupos de motoristas foram formados de acordo com a experiência em jogar vídeo games:

jogadores de vídeo games de ação (grupo Ação, N=14), jogadores de vídeo games de não-ação (grupo Não-ação, N=13) e não-jogadores de vídeo games (grupo Controle, N=13). A tarefa experimental consistiu em conduzir um automóvel durante 10 minutos em uma rodovia de trânsito dinâmico e manter a velocidade do veículo entre 100 e 120 km/h, evitando cometer infrações de trânsito, em duas condições distintas de manipulação de ansiedade (baixa e alta ansiedade). Para caracterizar o comportamento do olhar, foram registradas: Número total de fixações, Duração média das fixações e a Variância espacial do olhar. Para o desempenho motor: Variabilidade do ângulo do volante, Tempo dentro da velocidade-alvo e o Número total de colisões do veículo. Para o nível de ansiedade: Variabilidade da frequência cardíaca, Diâmetro médio da pupila durante a tarefa e o Nível de ansiedade-estado relatado pelos participantes antes de iniciar e imediatamente após finalizar a tarefa experimental. Os dados de cada variável dependente foram submetidos a Análise de Co-variância de Grupo (Ação, Não-ação, Controle) por Ansiedade (Alta ansiedade, Baixa ansiedade), com medidas repetidas no último fator. O Nível de Experiência em direção de automóvel foi utilizado como covariante para as variáveis do olhar e desempenho motor, o Nível de Ansiedade-Traço para a variável Ansiedade estado, e, para ajustar a Variabilidade da Frequência Cardíaca, valores baseline foram utilizados como covariante. Os resultados mostraram que todos os motoristas reduziram a variabilidade da frequência cardíaca durante a condição de alta ansiedade. Também sob condição de alta ansiedade, todos os motoristas realizaram fixações de menor duração em regiões relevantes da cena. Além disso, os grupos Controle e Não-ação aumentaram a duração de fixações em regiões irrelevantes. Por fim, apesar da resposta cardíaca e a atenção visual terem se alterado em função da ansiedade, o desempenho motor foi similar, observado através do baixo número de envolvimento em colisões e da capacidade de manter o veículo na velocidade desejada, em média, por 81% do tempo. Estes resultados sugerem que a ansiedade aumentou similarmente o esforço cognitivo entre todos os grupos. Apesar do desempenho motor ter sido preservado, os grupos Controle e Não-ação empenharam maior atenção em aspectos irrelevantes da tarefa quando sob alta ansiedade, enquanto o grupo Ação permaneceu inabalado.

**Palavras-chave:** teoria de controle atencional, ansiedade, vídeo games, movimento dos olhos, direção de automóvel.

## ABSTRACT

Attention is crucial to identify and select relevant information from the environment, as well as to produce precise and calibrated movements to the current task. For example, when driving, it is necessary to attend to different information sources, anticipate and generate adequate movements. In many everyday situations, emotional experiences can affect how attention is controlled. Anxiety is an aversive emotional state which can disrupt attentional control and, consequently, perceptual-motor performance. On the Other hand, there is literature showing that attention can be improved through practice. Specifically, the effects of video game experience can alter attentional capacities. However, it is not clear if the experience in emotionally contextualized video games can improve the attentional control under different high-anxiety contexts. The aim of the study was to analyze the effects of experience in video games of different genres (Action, Non-Action and Non-gamers) under different levels of anxiety-state. Eye behavior, heart rate variability and motor performance of each group were assessed during a driving task under low and high anxiety conditions. Three groups of drivers were formed based on participants previous experience: Action gamers (n=14), Non-action gamers (n=13) and Non-gamers (n=13). The experimental task was to drive a car for 10 minutes on a roadway and keep the speed between 100 and 120 km/h, avoiding illegal maneuvers and crashes. To characterize eye behavior, total number and fixation duration were registered. Motor performance was assessed through steering angle, time in the desired speed and the number of crashes. Anxiety was measured through heart rate variability, mean pupil diameter and the inventory of state anxiety. Each dependent variable was submitted to an ANCOVA analysis of Group (Action, Non-Action and Non-gamers) by Anxiety (High anxiety, Low anxiety), with repeated measures on the last factor. The covariants used were: Driving Experience, Level of Anxiety-Trait and Baseline values of the heart rate variability. Results showed that all groups reduced heart rate variability under high anxiety conditions. In the same line, all groups made shorter fixations towards areas of relevant information, such as the mirrors. Under high anxiety, only the group of Action gamers did not increase attention towards irrelevant information, such as the outside environment. Finally, even though anxiety changed heart rate variability and visual attention, motor performance was maintained at the same level. These findings suggest that anxiety

increased mental effort similarly between the groups, but Action gamers were able to inhibit and disengage from irrelevant stimuli faster from Non-action gamers and Non-gamers.

**Keywords:** attentional control theory, anxiety, video games, eye movements, driving

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem da câmera do olhar e da cena visual do simulador com a sobreposição do olhar.....	29
Figura 2. Esquema de seleção de grupos e etapas da coleta de dados.....	30
Figura 3. Valores médios e erro padrão do Nível de Ansiedade-Estado (IDAE) durante as etapas Pré-teste e Pós-teste.....	33
Figura 4. Valores médios e erro padrão do índice RMSSD para as condições de Baixa e Alta ansiedade.....	34
Figura 5. Valores médios e erro padrão da duração das fixações na área OUTROS durante condições de Baixa ansiedade e Alta ansiedade.....	36
Figura 6. Valores médios e erro padrão do diâmetro pupilar durante a tarefa de dirigir....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
2.1. Controle Atencional e Ansiedade .....	17
2.2. Avaliações Fisiológicas e Subjetivas da Ansiedade-Estado .....	20
2.3. Ansiedade e Percepção-Ação .....	21
2.4. Atenção Visual, Ansiedade e Vídeo Games .....	23
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>26</b>
<b>4. HIPÓTESES</b> .....	<b>27</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
5.1. Participantes .....	27
5.2. Materiais .....	28
5.3. Tarefa experimental .....	29
5.4. Registro de dados e variáveis dependentes .....	31
<b>6. RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
6.1. Nível de Ansiedade Estado e Variabilidade da Frequência Cardíaca .....	33
6.2. Variâncias Vertical e Horizontal do Olhar .....	34
6.3. Análise de Áreas de Interesse .....	34
6.4. Número total de fixações .....	34

6.5. Duração média das fixações .....	35
6.6. Tempo relativo dentro da velocidade-alvo .....	37
6.7. Variabilidade do ângulo do volante .....	37
6.8. Número de colisões .....	37
6.9. Diâmetro pupilar .....	37
<b>7. DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
7.1. Discussão dos resultados .....	38
7.2. Limitações do estudo .....	42
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>9. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>

## Introdução

O fenômeno da atenção tem despertado interesse entre pesquisadores por mais de um século (BRADLEY, 1886; JAMES, 1890; KAHNEMAN, 1973). Atualmente, a atenção pode ser definida como um conjunto de mecanismos cognitivos e neurais responsável por maximizar a utilização eficiente dos recursos de processamento, armazenamento e de recuperação de informações (HOMMEL, 2019). Em outras palavras, os mecanismos de controle atencional modulam como percebemos a informação e como lidamos com ela em termos de decisões e ações.

Há uma forte ligação entre os processos atencionais e os movimentos dos olhos (CRUNDALL et al., 1998; HOANG DUC, A. 2008; HOFFMAN e SUBRAMANIAM, 1995; KOWLER et al., 1995; WOLLENBERG; HANNING; DEUBEL, 2020; ZHAO et al., 2012). O comportamento dos movimentos dos olhos em uma variedade de espécies no reino animal é conhecido como estratégia de ‘fixações e sacadas’ (LAND; MENNIE; RUSTED, 1999). As sacadas são movimentos rápidos que direcionam o olhar para uma nova parte do ambiente, e as fixações são os instantes entre sacadas em que o olhar está relativamente fixo, permitindo que a luz refletida nos objetos seja capturada pelos olhos com qualidade. Uma analogia simples seria a de tirar uma fotografia. Quando queremos obter o máximo de detalhamento da imagem, é fundamental manter a câmera com máxima estabilidade. Há ao menos dois motivos pelos quais os seres humanos utilizam esta estratégia de busca visual. Primeiro, a fóvea é muito desenvolvida em termos de capacidade de detalhamento da imagem, mas também é muito pequena. Para ver detalhes do que estamos vendo, precisamos direcionar a fóvea para centralizar o alvo de interesse. Ao realizar esta movimentação da fóvea de um alvo para outro, acredita-se que pouca ou nenhuma informação visual é captada, por isso, precisamos agir extremamente rápido para encurtar este período onde há uma ‘cegueira sacádica’ (AKBARIAN et al., 2021; LAND, 2006). O segundo motivo é que o olhar deve ser mantido relativamente estático entre as sacadas, porque é necessário tempo suficiente, cerca de 20 milissegundos para um cone – o tipo de célula da retina localizada na fóvea - responder à um estímulo (FRIEDBURG et al., 2004) e por volta de 80 a 200

milissegundos para que estímulos sensoriais cheguem ao córtex, possibilitando a percepção (JAIN et al., 2015; .PAIN e HIBBS, 2007).

As cenas visuais são abundantes em informação, que competem a todo instante pela atenção. Quando um objeto da cena visual é intencionalmente escolhido para ser fixado, a seleção ocorre de maneira voluntária e guiada a um objetivo. Por outro lado, quando características específicas neste objeto determinam o que será fixado, independentemente dos objetivos e intenções do observador, a seleção ocorre de maneira involuntária ou guiada por estímulos. (YANTIS e JONIDES, 1984; REMINGTON; JOHNSTON; YANTIS, 1992; CORBETTA e SHULMAN, 2002).

Sob a perspectiva do controle dos movimentos, a tarefa de conduzir um automóvel envolve várias demandas situacionais onde a atenção é fundamental para o sucesso, como tomar decisões em relação à pista, controlar a orientação e a velocidade do veículo, atentar-se às ações de outros usuários e à sinalização de tráfego (LAND, 2006). Estímulos relevantes e irrelevantes dentro deste contexto estão disponíveis – muitas vezes, por frações de segundos - através dos sistemas sensoriais. Selecionar quais aspectos da cena visual fornecem informações relevantes, planejar e executar respostas motoras são processos que competem pelos recursos atencionais disponíveis durante a condução de veículos (CRUNDAL e UNDERWOOD, 2003).

Com a prática e o acúmulo de experiência, tais processos tendem a ocorrer de forma automatizada, diminuindo a demanda sobre os recursos atencionais e, conseqüentemente, liberando capacidade do sistema para lidar com o ambiente e a tarefa corrente (CRUNDAL e UNDERWOOD, 2011; MAGILL, 2000; SCHMIDT e WRISBERG, 2010). Este fenômeno pode ser observado comportamentalmente na tarefa de dirigir através da mudança no padrão do olhar dos motoristas, que se altera de um perfil de fixações longas, mais aleatórias e espacialmente próximas - representando baixa eficiência de busca visual - para um perfil altamente exploratório, antecipatório, estereotipado e ágil, com a atenção visual compartilhada entre o monitoramento da tarefa e obtenção de informação sobre o que está prestes a acontecer (CRUNDAL e UNDERWOOD, 2003; 2011).

Embora a prática leve à maestria, ainda assim indivíduos com experiência são susceptíveis a falhas. O Ministério da Saúde, através do Sistema de Informação sobre Mortalidade, registrou no ano de 2016, 34.850 óbitos e 180.443 internações relacionadas a acidentes de trânsito no Brasil (AGÊNCIA DA SAÚDE, 2017). A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2019) indica que atualmente os acidentes de trânsito custam, em média, à maioria dos países 3% de seu Produto Interno Bruto, o que representa para o Brasil mais de 260 bilhões de reais desembolsados se calculados em relação ao ano de 2021 (IBGE, 2022). Entre os diferentes fatores de risco, a distração no contexto do trânsito, decorre da deterioração do controle atencional durante a direção de automóveis (OPAS, 2021).

Diferentes teorias têm defendido que a ansiedade - um estado emocional geralmente aversivo – pode influenciar o controle atencional, culminando em alterações na percepção da informação, tomada de decisão e produção da ação motora (EYSENCK et al., 2007; MASTERS e MAXWELL, 2008; NIEUWENHUYS e OUDEJANS, 2012; MALHOTRA et al., 2015). A Teoria de Controle Atencional de Eysenck (2007), utilizada como referencial teórico do estudo, propõe que a ansiedade aumenta a alocação da atenção para estímulos salientes e/ou ameaçadores que não são necessariamente relevantes, tornando os indivíduos mais distraídos e com reduzida atenção guiada por objetivos.

Ao mesmo tempo, há uma literatura considerável apontando para aprimoramentos do controle atencional como efeito de aprendizagem. Nas últimas quatro décadas, os efeitos da prática em vídeo games – jogos desenvolvidos em ambientes virtuais - têm sido alvo de investigação da comunidade científica. Uma variedade de alterações positivas em capacidades visuo-motoras tem sido associada à prática em vídeo games (DALE et al., 2020; FENG e IAN, 2018; GAN et al., 2020; YALÇIN IRMAK et al., 2022). Especialmente, jogos do gênero Ação têm despertado interesse por sua promissora capacidade de aprimoramento de capacidades da atenção visual. Acredita-se que jogos de ação possuam ao menos dois componentes exclusivos que tornam possível a prática e aprimoramento do controle atencional sob altos níveis de ansiedade: 1) tomar decisões

sob pressão contra-relógio e pressão social e 2) demandar frequentemente da atenção dividida entre várias fontes de informações (BAVELIER et al., 2015).

A investigação desta dissertação envolve dois pontos principais. Primeiro, como a ansiedade afeta a atenção visual e o controle dos movimentos na tarefa de direção de automóveis? Segundo, praticar vídeo games de ação propiciaria condições para aprendizagem em circunstâncias de alta ansiedade, transferível para um contexto diferente dos jogos virtuais, como a tarefa de direção de automóvel?

Para desenvolver o raciocínio destes questionamentos, a revisão de literatura aborda os tópicos de *Controle Atencional e Ansiedade, Avaliações Fisiológicas e Subjetivas da Ansiedade-Estado, Ansiedade e Percepção-Ação e Atenção Visual, Ansiedade e Vídeo Games*, auxiliando a compreensão da lacuna a ser investigada. O conhecimento sobre este fenômeno pode auxiliar teoricamente na compreensão dos mecanismos atencionais e, de forma prática, no desenvolvimento de melhorias educacionais e preventivas relacionadas à deterioração do controle atencional.

## **Revisão de Literatura**

### 1 –Controle Atencional e Ansiedade

O fenômeno da atenção tem sido debatido por mais de um século. Em 1890, William James, considerado o pai da psicologia moderna, publica um capítulo de livro com críticas à escola empirista inglesa por não dar devida importância ao estudo da atenção. James aborda suas visões sobre este fenômeno, expressando-a como o ato de ‘ganhar o controle através da mente’ (1890):

*“Every one knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. Localization, concentration, of consciousness are of its essence.”*

*p. 403*

Atualmente, uma definição bem aceita sobre o conceito de atenção é a de um conjunto de mecanismos cognitivos e neurais responsável por maximizar a utilização eficiente dos recursos de processamento, armazenamento e de recuperação de informações (HOMMEL, 2019). A atenção é controlada tanto por influências cognitivas,

como a experiência e a intenção, quanto por influências ambientais sensorialmente estimuladas. A interação dinâmica entre estas influências controla o modo como prestamos atenção.

O modo de operação do controle atencional baseia-se em dois sub-sistemas com funções e caminhos neurais específicos. O foco de atenção pode ser guiado por um determinado objetivo, definido como sistema direcionado à meta, ou por estímulos particularmente salientes e/ou inesperados, definido como sistema guiado pelo estímulo (CORBETTA e SHULMAN, 2002; YANTIS, 1998).

Para realizar qualquer tarefa com precisão, segurança e eficiência, é necessário que exista um funcionamento otimizado entre os sub-sistemas, direcionando o olhar do indivíduo intencionalmente para regiões relevantes da cena e permitindo que outros estímulos sejam capturados através dos sistemas perceptuais. Por exemplo, ao dirigir um automóvel, olhar para os lados antes de atravessar uma interseção; visualizar o deslocamento rápido de uma pessoa que pode atravessar em frente ao veículo; visualizar uma ambulância em ultrapassagem através do reflexo das luzes salientes no retrovisor.

A Teoria de Controle Atencional (TCA) de Eysenck (2007) busca esclarecer como o desempenho cognitivo, perceptual e motor é afetado através das influências que o estado emocional de ansiedade exerce sobre o controle atencional. A ansiedade é tradicionalmente definida como uma condição emocional e motivacional aversiva, que se faz presente em circunstâncias de potencial ameaça, e inicialmente afeta a eficiência e, posteriormente, a efetividade do desempenho cognitivo e motor. Há duas classificações a respeito da forma de experienciar a ansiedade: traço e estado. A ansiedade-traço diz respeito à propensão da personalidade do indivíduo em experienciar o estado emocional de ansiedade, ou seja, sua tendência natural em sentir-se ansioso. A ansiedade-estado é a condição momentânea no qual estímulos geram uma experiência emocional que afeta a maneira como o indivíduo percebe, interpreta e executa as ações motoras (EYSENCK et al., 2007; NIEUWENHUYS e OUDEJANS, 2012; SPIELBERGER e REHERSER, 2009).

Os efeitos deletérios sobre o controle atencional se baseiam no pressuposto de que há um componente central dos efeitos da ansiedade definido como 'preocupação'

(EYSENCK et al., 2007). A preocupação é a recorrência de pensamentos ou comportamentos na qual o indivíduo não é capaz de inibir ou alterar a interpretação de que há uma ameaça para seu objetivo atual. O controle atencional é afetado, então, porque os recursos disponíveis são consumidos pela preocupação, gerando sobrecarga em funções executivas e desregulando o funcionamento otimizado entre os sub-sistemas atencionais (YANG; MISKOVICH; LARSON, 2018).

A TCA também aponta que os efeitos da ansiedade podem produzir uma resposta compensatória no sistema. Esta resposta envolve o recrutamento de recursos atencionais extra para alcançar com as demandas da tarefa. Quando o recrutamento é suficiente para lidar com a demanda, o desempenho é mantido às custas da eficiência. Por outro lado, na situação em que a utilização de todos os recursos não é suficiente, a queda no desempenho cognitivo-motor é observada.

Em experimentos, a ansiedade é geralmente manipulada através de incentivos como recompensas, competitividade e instruções que ameaçam o ego do participante, gerando preocupação. Allsop e Gray (2014) investigaram os efeitos da ansiedade durante uma tarefa de pouso de avião. Os autores utilizaram das seguintes estratégias para induzir a ansiedade: 1) instruções avaliativas e de ameaça ao ego, 2) incentivos monetários e 3) consequências instantâneas para falhas no desempenho. As instruções avaliativas consistiam em um roteiro que explicava que os resultados da tarefa na próxima fase seriam enviados por e-mail para todos os participantes do experimento. Eles também foram informados de que a pessoa com o melhor desempenho ganharia uma quantia de 50 euros. Em segundo lugar, uma câmera de vídeo posicionada à frente e os participantes foram informados de que as gravações podem ser usadas em palestras de psicologia se o desempenho apresentado fosse inferior à média. Por fim, os participantes foram informados de que estariam voando em um ambiente de voo online chamado "Rede Virtual de Simulação de Tráfego Aéreo" e, após uma simulação de login, iniciavam a tarefa.

A validade da manipulação foi conferida através de respostas dos participantes no Inventário de Ansiedade-Estado Competitiva 2-revisada (CSAI-2R, em inglês) e da frequência cardíaca média obtida por um relógio esportivo Polar. Tanto o nível de

ansiedade quanto a frequência cardíaca média aumentaram significativamente no período de alta-ansiedade em relação ao período pré-teste. Os autores também apontaram para uma forte correlação positiva ( $r = .70$ ) entre a entropia de varredura do olhar (*scanning entropy*) e o nível de ansiedade, sugerindo que os participantes que experienciaram um grande aumento na ansiedade após manipulação exibiram um comportamento visual mais caótico do que sob baixa ansiedade.

Com características similares, porém usando do contexto de direção de automóveis, Gotardi e colegas (2019) manipularam o nível de ansiedade de motoristas novatos e experientes. A ansiedade foi manipulada através da criação de uma competição, ruídos de tráfego, da presença de um avaliador e uma câmera externa posicionada próxima ao participante. A maioria dos motoristas apresentou maiores níveis de ansiedade e frequência cardíaca após a manipulação. Em ambos os grupos, o aumento da ansiedade diminuiu o controle da velocidade do carro e aumentou o número de colisões. Motoristas inexperientes aumentaram o número de fixações curtas em relação aos carros, enquanto motoristas experientes aumentaram o número de fixações curtas no velocímetro. Os autores concluíram que: embora a ansiedade prejudique o desempenho de ambos os grupos, as alterações no controle atencional são diferentes em função da experiência. Motoristas inexperientes desviaram a atenção visual para estímulos ameaçadores (veículos), enquanto motoristas experientes eram mais propensos a monitorar intencionalmente o objetivo da tarefa (velocímetro).

## 2- Avaliações Fisiológicas e Subjetivas da Ansiedade-Estado

Quando ansiosos, ficamos consideravelmente mais preocupados com o que pode acontecer no futuro. Este aspecto cognitivo vem acompanhado de alterações na dinâmica fisiológica, adaptando o sistema frente às possíveis demandas (POHJAVAARA; TELARANTA; VÄISÄNEN, 2003; THAYER; FRIEDMAN; BORKOVEC, 1996).

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é considerado um grande comunicador entre o cérebro e os outros órgãos, atuando em duas grandes funções: 1) um papel na função metabólica basal, como no armazenamento e na utilização de energia; e 2) um papel no comportamento relacionado ao estado de alerta e reações de defesa (BROOKS, 1983). As respostas mediadas pelo SNA se alteram de acordo com o equilíbrio entre os sistemas

simpático, parassimpático e diferentes hormônios (MOSQUEDA-GARCIA, 1996). Durante situações estressantes, a ativação simpática aumenta, o que sinaliza várias ações autonômicas que estimulam um estado de prontidão. Uma estrutura do tronco encefálico conhecida como *locus coeruleus* (LC) e outros grupos celulares noradrenérgicos (NA) são excitados e sinalizam vias de nor-epinefrina para diferentes sistemas, incluindo o córtex e o sistema cardiovascular, para executar respostas autonômicas e neuroendócrinas. No coração, a nor-epinefrina acelera a despolarização do nódulo sino-atrial, o que aumenta a frequência cardíaca e reduz a variabilidade temporal entre batimentos (MIZUNO et al., 2011; PEYSAKHOVICH et al., 2015; SIROIS e BRISSON, 2014; THAYER; FRIEDMAN; BORKOVEC, 1996).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que é a variabilidade do intervalo temporal entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), é sensível às alterações no equilíbrio do SNA (MIZUNO et al., 2011; SOLHJOO et al., 2019). O índice RMSSD (*root mean square of successive differences*) é uma variável obtida no domínio temporal e é utilizada para estimar as alterações na FC mediadas pelo nervo vago (SHAFFER; MCCRATY; ZERR, 2014). Quanto menor for o índice, menor é a variabilidade entre os batimentos, associado ao maior tônus simpático (HILL e SIEBENBROCK, 2009; POHJAVAARA; TELARANTA; VÄISÄNEN, 2003).

Similarmente, a resposta sobre o diâmetro pupilar está fortemente ligada à ativação da estrutura sub-cortical *Locus Coeruleus* (LC) (LAENG; SIROIS; GREDEBÄCK, 2012). Ao ser sinalizada através de vias simpáticas, a resposta pupilar é de dilatação. Por outro lado, as vias parassimpáticas comunicam a constrição pupilar. Em função deste fenômeno, pesquisadores utilizam o diâmetro pupilar associado à tarefa como um índice de ativação do sistema LC-nor-epinefrina, que reflete os recursos cognitivos empenhados na resolução do problema. (MORAN, 2016; CARIZIO et al., 2021). Esse tipo de dado fortalece a investigação em questão porque permite a observação de uma resposta automatizada, relativamente inconsciente, complementando os resultados obtidos através de questionários e análises comportamentais.

### 3 – Ansiedade e Percepção-Ação

Fatores extrínsecos e intrínsecos afetam a maneira como o foco atencional é direcionado (GOTARDI et al., 2019; KOUNTOURIOTIS et al., 2011; PASCHOALINO et al., 2019). Naturalmente, as interações entre o ambiente e o agente culminam em diversos estados emocionais que influenciam o relacionamento entre os processos perceptuais, cognitivos e motores. A literatura mostra que estados emocionais aversivos como a ansiedade consomem os recursos atencionais, alterando a percepção, a seleção e a execução das respostas, sobrecarregando as demandas cognitivas e motoras daquele que experiencia tais estados (EYSENCK et al., 2007; GRAYDON et al., 2012; NIEUWENHUYS e OUDEJANS, 2012; SPIELBERG e REHEISER, 2009; YANG; MISKOVICH; LARSON, 2018).

Diversos estudos envolvendo análises fisiológicas, comportamentais e subjetivas também dão suporte à suposição de que a ansiedade afeta não somente o controle sobre o foco atencional em relação à percepção, mas também sobre a capacidade de seleção e a execução de respostas motoras apropriadas. Isso pode ser observado em diferentes contextos esportivos, laborais e outras atividades diversas, como por exemplo na escalada em parede (PIJPERS et al., 2006), na cobrança de pênalti no futebol (NAVARRO et al., 2013), na performance musical (KOTANI e FURUYA, 2018) e na direção simulada de automóveis (GOTARDI et al., 2019). Em suma, os resultados mostram um perfil de atenção visual afunilado e controle de movimentos corporais mais rígido, com maior gasto energético, maior esforço cognitivo e, conseqüentemente, menor desempenho sob a influência de altos níveis de ansiedade.

Nieuwenhuys, Savelsbergh e Oudejans (2014) investigaram os efeitos da ansiedade-estado sobre a atenção visual e a tomada de decisões de policiais experientes em uma tarefa de “atirar ou não-atirar”. Interessantemente, contrário ao pressuposto da TCA, a alta ansiedade não direcionou a atenção visual à estímulos ameaçadores (arma, atirador). O comportamento do olhar foi similar entre baixa e alta ansiedade; contudo, sob alta ansiedade, os indivíduos demonstraram fortes tendências à decisão de atirar, implicando em atirarem erroneamente quase duas vezes mais (baixa ansiedade: 11.8%; alta ansiedade: 18.3%) durante situações nas quais essa ação não era necessária. Além

disso, os movimentos de sacar a arma e puxar o gatilho foram mais rápidos. Esses resultados fortalecem a ideia de que, embora o controle dos movimentos dos olhos pareça permanecer inabalado nesse contexto, a ansiedade afeta não somente a tomada de decisões, mas também a execução dos movimentos, predispondo comportamentos mais reativos e menos interpretativos (atirar mais rápido, com mais erros).

As demandas da vida cotidiana e as experiências prévias dos motoristas podem induzir estados de ansiedade e estresse que influenciam diretamente o comportamento na direção, aumentando o risco de envolvimento em acidentes (CLAPP et al., 2011; DULA et al., 2010; TAYLOR, 2018). Por isso, seria benéfico avançar na compreensão dos mecanismos pelos quais a ansiedade afeta a atenção e os mecanismos que formam o ciclo de percepção-ação. A partir disso, refletir sobre quais as estratégias viáveis para melhorar a qualidade de vida da população e reduzir prejuízos nos âmbitos da saúde e economia relacionados à acidentes de trânsito decorrentes da deterioração do controle atencional.

#### 4 – Atenção Visual, Ansiedade e Vídeo Games

Com o avanço tecnológico, o desenvolvimento de ambientes virtuais para diferentes fins educacionais e recreativos tem gradualmente se aperfeiçoado. Um dos relatos mais antigos sobre a criação de um vídeo game remete aos anos de 1947, invenção patenteada por Thomas T. Goldsmith Jr e Ray Mann Estle, nomeada “dispositivo de entretenimento com tubo de raios-catódicos” (*cathode-ray tube amusement device*) e, mais tarde, *Spacewar!*, desenvolvido no início dos anos 70 pelo *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* (NORMAN, 2022; WOLF, 2007). Após seis décadas, mais de duas bilhões de pessoas já tiveram alguma experiência com vídeo games (NEWZOO, 2012). Atualmente, o Brasil é o quinto país no mundo com mais jogadores de vídeo games: são 101 milhões de jogadores em 2022 (NEWZOO, 2022).

Utilizar o termo “vídeo game” pode ser aplicável para se referir à variados tipos de *hardwares* e *softwares*. Vídeo games podem ser definidos como jogos virtuais com regimes controlados e oferecidos em contextos altamente motivacionais (BAVELIER et al., 2015). Sua função primária é composta pela manipulação de imagens - com a integração de áudio – bi ou tri-dimensionais em uma tela onde o indivíduo pode interagir

com o ambiente virtual através de controladores ou controles tais quais os joysticks, mouse e teclado e, mais recentemente, através de telas de *smartphones* sensíveis ao toque, além dos dispositivos que possuem tecnologia de Realidade Aumentada e Realidade Virtual (NEWZOO, 2022; POWERS et al., 2013).

Um tópico que tem capturado a atenção de pesquisadores das áreas de psicologia, neurociência e comportamento investiga a influência da experiência em vídeo games e os respectivos impactos na neuroplasticidade, nas capacidades cognitivas, emocionais e no controle atencional de indivíduos submetidos a esse tipo de prática (DALE et al., 2020; FABIO; INGRASSIA; MASSA, 2021; PALLAVICIN; FERRARI; MANTOVANI, 2018; WEST et al., 2017). Ambientes virtuais como os vídeo games possibilitam a criação de contextos e a definição dos limites de uma determinada tarefa com ampla flexibilidade e baixo custo, quando comparados à criação de uma mesma situação em contexto natural, além de vivenciarem situações imersivas que induzem diferentes estados emocionais (FROME, 2007; HEMENOVER BOWMAN, 2018). Estas características tornam os vídeo games um meio de entretenimento altamente popular e acessível, com grande aplicação na educação, treinamento e reabilitação, por exemplo. Durante a interação nesses contextos, o funcionamento dos processos perceptuais, cognitivos e motores ocorre sob influência de complexos estados emocionais como a ansiedade, oferecendo a oportunidade de vivenciar experiências emocionalmente contextualizadas e criar caminhos para o aprendizado nessas situações sem que haja a necessidade de uma característica de ameaça ou qualquer prejuízo físico ao indivíduo.

Há uma crescente discussão a respeito de um gênero específico de jogos conhecido como vídeo games de ação (VGA) e os respectivos impactos na cognição e comportamento (BAVELIER et al., 2015; GOTARDI et al., 2019b; WEST et al., 2017). Vídeo games de ação são caracterizados pela composição de objetivos que, para serem alcançados, envolvem mecanismos centrais altamente dependentes da percepção, cognição e atenção, como: 1) tomada de decisões sob pressão: decidir em um curto tempo qual a ação mais adequada; 2) manutenção da atenção dividida: alocar recursos atencionais de forma dividida entre diferentes fontes de informação, relevantes ou não; e

3) alternância do foco atencional: ampliar e dividir a atenção visual espaço-temporalmente ou tornar o foco atencional mais seletivo (BAVELIER et al., 2015).

Situações nas quais o jogador deve inibir estímulos distratores e identificar pequenos alvos no campo visual e executar uma série de decisões e ações em um curto tempo são comuns entre jogos de ação. Quando as demandas não são atingidas, geralmente há consequências impactantes dentro do jogo, como a perda de pontuação, experiência e outros recursos que favorecem o desempenho e as possibilidades de ação durante o jogo. Por outro lado, quando as metas são alcançadas, recompensas são disponibilizadas de acordo com o progresso do jogador, que pode avançar gradualmente diferentes níveis de complexidade ao longo do jogo. Assim, a estrutura ludificada, com progressão de dificuldade e os sistemas de punição e recompensa atuam como engajadores e motivadores da aprendizagem nos jogadores, que aplicarão esforços para melhorar a velocidade de processamento, seleção e execução das respostas, resultando em maiores níveis de desempenho perceptual, cognitivo e motor (DYE et al., 2009).

Há evidências mostrando que indivíduos com experiência em VGAs tendem a desempenhar melhor em tarefas de busca visual (CASTEL, ; PRATT; DRUMMOND, 2005), rastreamento de múltiplos objetos (GREEN e BAVELIER, 2006), piscar atencional (GREEN e BAVELIER, 2003) e alternância entre tarefas (BOOT et al., 2008), dentre outras características atencionais (BAVELIER e GREEN, 2019; BEDIU; BAVELIER; GREEN, 2021; FÖCKER et al., 2022), quando comparados aos pares sem experiência ou com experiência em jogos sem componentes de ação, os chamados vídeo games de não-ação (VGNA).

Bavelier e colaboradores (2015) investigaram a velocidade e a acurácia dos movimentos dos olhos de indivíduos submetidos à prática em vídeo games de ação. Os autores mostraram que a prática proporcionou aos jogadores melhorias no controle óculo-motor em tarefas de sacadas. Os resultados indicaram que o tempo de reação sacádico foi menor, ou seja, a prática associou-se ao planejamento mais eficiente da produção de sacadas. Mack e Ilg (2014) compararam a capacidade inibitória entre VGAs e não-jogadores. Especificamente, os autores mostram que a capacidade de inibir a direção do olhar para um determinado estímulo saliente foi superior no grupo VGAs. Em

populações idosas submetidas à prática de vídeo game, resultados similares foram encontrados. Ao serem testados através de um paradigma similar de anti-sacada (desviar o olhar de um alvo saliente), foi possível notar que o controle inibitório dos idosos aumentou após o período de prática. Seguindo das melhorias no desempenho, foi possível observar um aumento da massa cinzenta nos campos oculares frontais, uma área do córtex frontal que participa da geração e controle de movimentos voluntários dos olhos (DIARRA et al., 2018).

É provável que outros gêneros de jogos favoreçam diferentes capacidades perceptuais e motoras; contudo, as demandas espaço-temporais e as situações altamente competitivas e estimulantes dos jogos de ação parecem dar suporte à ideia de que esse tipo de experiência em específico favoreça o controle atencional direcionado à meta (top-down) durante situações estressantes e ansiogênicas.

Apesar dos efeitos positivos da experiência em vídeo games de ação sobre diferentes aspectos perceptuais, cognitivos e motores estarem demonstrados na literatura da área, há escassez de evidências sobre as relações entre a experiência em ambientes virtuais e os processos emocionais dos indivíduos (ver PALLAVICIN; FERRARI; MANTOVANI, 2018). Existem achados discrepantes a respeito dos efeitos de curto e longo prazo da aprendizagem sob ansiedade sobre o desempenho em tarefas motoras globais (NIEUWENHUYS; SAVELSBERGH; OUDEJANS., 2014; NIEUWENHUYS e OUDEJANS, 2012) e de coordenação olho-mão (HORDACRE et al., 2016; YANG; MISKOVICH; LARSON, 2018). Além disso, os efeitos da ansiedade-estado sobre o desempenho perceptual, cognitivo e motor não estão totalmente esclarecidos. Pelo conhecimento dos autores, nenhum estudo investigou *se* e *como* a experiência em vídeo games de ação proporciona qualquer efeito protetor ao controle atencional durante situações de alta ansiedade.

### **Objetivos**

Pelas razões citadas acima, este projeto tem como objetivo investigar os efeitos da experiência em vídeo games sobre a atenção visual, o esforço cognitivo e o desempenho motor de motoristas durante uma tarefa de direção de automóvel em contexto de alta ansiedade.

## **Hipóteses**

Os efeitos da alta ansiedade sobre as respostas fisiológicas, o comportamento do olhar e o desempenho motor de motoristas jovens seriam minimizados pela experiência em vídeo games, e mais acentuadamente pela experiência em vídeo games de ação, quando comparados ao grupo não-jogador.

Espera-se que a condição de alta ansiedade demande maior esforço cognitivo comparado à baixa ansiedade, observada através do maior diâmetro pupilar e menor índice RMSSD.

A condição de alta ansiedade deteriorará a atenção visual, alterando a localização, duração e o número de fixações na cena: de fixações relevantes com curta duração (velocímetro, retrovisores, pista) para fixações em regiões irrelevantes ou ameaçadoras, com maior duração (fora da pista, pedestres, outros objetos).

Também espera-se que o desempenho motor piore sob alta ansiedade, observado através dos erros de direção na tarefa (envolvimento em colisões e velocidade incompatível).

## **Materiais e Métodos**

### *Participantes*

Quarenta e sete voluntários adultos jovens, com idade  $M = 27,04$   $EP = 3,48$  anos, motoristas habilitados e com experiência de condução de automóvel de  $M = 34,7$   $EP = 44,4$  mil quilômetros rodados foram convidados a participar do presente estudo. Os participantes foram selecionados com base em respostas de um questionário sobre experiência divulgados via e-mail e mídias sociais para a comunidade local da UNESP – Câmpus Bauru. O questionário sobre experiência foi elaborado com perguntas para selecionar e dividir os participantes em grupos de acordo com as respectivas experiências prévias nas tarefas de dirigir e de jogar vídeo games. Ao todo, 123 voluntários responderam o questionário e, destes, 47 participaram integralmente do estudo. Após a coleta de dados, 7 participantes precisaram ser excluídos da análise pela impossibilidade de acessar os dados do olhar e da frequência cardíaca.

Com base no questionário de Gotardi et al. (2019), as perguntas tinham como objetivo quantificar a experiência absoluta em cada uma das tarefas. Perguntava-se sobre a frequência de se envolver na atividade de direção de automóvel e na atividade de jogar vídeo games. Especificamente, para a experiência em direção, as perguntas foram: P1- Há quanto tempo você dirige semanalmente? P2- Quantos dias na semana você dirige? P3- Quantos quilômetros você percorre nesta viagem? P4- Mensalmente, quantas vezes você dirige na rodovia? P5- Quantos quilômetros você percorre nesta viagem? Para quantificar a experiência em direção dos motoristas, utilizou-se da seguinte equação: experiência em direção =  $[(P2 * 4) * 12 * P1 * P3] + (P4 * P5)$ . O parâmetro de valor 4 representa as semanas em um mês e o valor 12 representa os meses do ano, obtendo assim a estimativa do valor absoluto de quilômetros rodados. Com base no resultado da equação, apenas motoristas com, no mínimo, 5.000 km dirigidos foram convidados para participar do estudo. O motivo desta seleção foi garantir que todos os motoristas tivessem experiência considerável na tarefa de direção (LETHONEN et al., 2014).

Para a experiência em vídeo games, perguntava-se: P1 - Há quanto tempo você joga vídeo games? P2 - Por quantas horas você joga vídeo games semanalmente? P3 - Cite três a cinco jogos que você mais jogou no último ano. A partir das respostas, os motoristas foram divididos em três grupos: Ação (n=14), Não-ação (n=13) e Controle (n=13). A média de frequência semanal de jogo foi: grupo Ação (M = 6 h, EP = 2,7 h); Não-ação (M = 4,6 h, EP = 3,2 h); Controle (M = 1,3 h, EP = 2,5 h). Uma análise de variância *one-way* indicou que a experiência em vídeo games se mostrou similar entre os dois grupos de jogadores, mas maior entre jogadores se comparado aos não jogadores,  $F(2,39) = 11,19, p < ,01$ . Todos os participantes apresentaram visão normal ou corrigida, avaliada pelo teste de acuidade visual de Snellen. Aprovação do comitê de ética local foi obtida através do parecer número: 4.394.744.

### *Materiais*

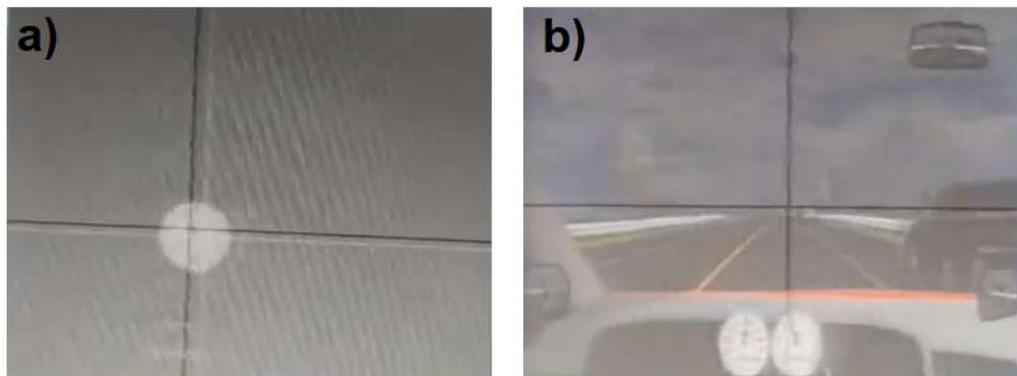
O sistema de análise dos movimentos Head-Mounted Eye Tracker (ASL, modelo H6) foi utilizado para registrar os movimentos dos olhos dos motoristas. Este sistema também possui um sensor magnético que registra a posição e orientação tridimensional

da cabeça (Magnetic Head Tracker System), possibilitando a integração dos dados cinemáticos do olhar com os dados da cabeça (frequência de aquisição de 60 Hz). A tarefa de dirigir foi realizada com o simulador STISIM Drive M100 (versão 3.14.01) com acessórios (volante, pedais e câmbio – Logitech, G27) e um cockpit (Extreme) com monitor de TV (LED 46”) posicionado à frente do motorista.

### *Tarefa Experimental*

A tarefa de cada participante foi dirigir o automóvel no simulador por um total de 10 minutos em cada condição de ansiedade (baixa vs alta). Os participantes foram solicitados a dirigir durante 10 minutos em uma rodovia de trânsito dinâmico, permanecer na faixa da direita sempre que possível e manter a velocidade do veículo entre 100 e 120 km/h, evitando cometer infrações de trânsito. A Figura 1 ilustra o olhar do participante e a cena visual do simulador com a sobreposição da direção do olhar, representado pela intersecção das linhas pretas.

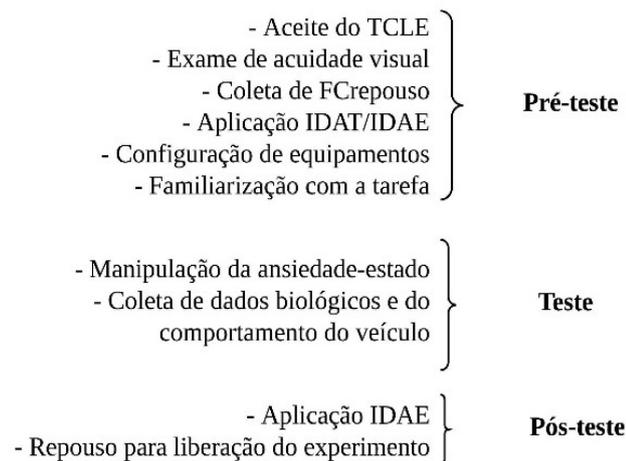
Figura 1. (a) Imagem da câmera do olhar e (b) cena visual do simulador com a sobreposição da direção do olhar.



A manipulação da ansiedade foi feita através de alterações no contexto da tarefa (ALLSOP e GRAY, 2014; GOTARDI et al., 2019). Na condição de baixa ansiedade, os participantes executaram a tarefa de dirigir em ambiente silencioso, sem qualquer feedback dos experimentadores. Na condição de alta ansiedade, os participantes executaram a mesma tarefa de dirigir, mas, adicionalmente, (i) foram informados que participariam de uma competição durante a coleta cujo melhor desempenho ganharia

uma premiação, (ii) o desempenho de cada participante seria exibido em forma de ranqueamento a todos participantes ao final da coleta de dados, (iii) foram informados que o desempenho na competição representaria a habilidade e afinidade real deles em dirigir um automóvel, (iv) o posicionamento das mãos no volante e a manipulação da marcha seriam gravados por uma câmera externa, (v) haveria presença de dois avaliadores para contabilizar os erros de desempenho durante a competição. A coleta de dados foi dividida em três etapas: pré-teste, teste e pós-teste, conforme o esquema apresentado na Figura 2.

Figura 2. Esquema de seleção de grupos e etapas da coleta de dados.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

No pré-teste, os participantes assinavam o TCLE, preencheram o IDATE (Traço e Estado-pré) e permaneceram em repouso por seis minutos para registro da FC de repouso. O IDAE-pré foi aplicado em um ambiente reservado, a fim de evitar possíveis interferências. Os equipamentos foram ajustados e calibrados e os participantes receberam as instruções de acordo com a condição experimental. Um tempo de dois minutos foi dado a cada participante para familiarização com a tarefa e os equipamentos. Então, perguntávamos ao participante se ele se sentia pronto para iniciar a tarefa. Caso os dois minutos de familiarização não fossem suficientes para a adaptação do participante com os equipamentos, mais dois minutos eram concedidos.

No teste, os participantes deveriam dirigir conforme as instruções da tarefa enquanto dados biológicos (olho, cabeça e frequência cardíaca) e do comportamento do veículo foram monitorados. A ordem da manipulação de ansiedade foi definida como 'baixa-ansiedade' em primeiro e, posteriormente, 'alta ansiedade' para todos os participantes. Esta ordem foi definida no intuito de evitar possíveis interferências de uma ordem "alta-baixa", na qual o participante ainda poderia estar sentindo os efeitos da condição de alta ansiedade ao iniciar a condição de baixa ansiedade.

No pós-teste, o participante deveria preencher imediatamente o IDAE-pós após finalizar a tarefa de direção sob alta ansiedade. Após o preenchimento, todos os equipamentos eram retirados e o participante aguardava em repouso, fora do ambiente experimental, por volta de 5 minutos até que era liberado da coleta de dados.

#### *Registro de dados e variáveis dependentes*

Foram registradas as coordenadas horizontal e vertical do olhar, posição e orientação tridimensionais da cabeça, frequência cardíaca, diâmetro da pupila, nível de ansiedade traço (IDAT - preenchimento único, pré-teste) e estado (IDAE - preenchimento pré e pós-teste) relatado pelos participantes. Também foram registradas, a partir do simulador de direção, as variáveis de posição lateral e longitudinal do veículo, bem como o número de colisões.

Posteriormente, foram calculadas as seguintes variáveis dependentes: 1) Número total de fixações; 2) Duração média das fixações, 3) Variância vertical e horizontal do olhar; 4) Diâmetro médio da pupila; 5) Tempo relativo dentro da velocidade alvo; 6) Frequência de colisões, 7) Variabilidade do ângulo do volante, 8) Nível de ansiedade traço, 9) Nível de ansiedade estado e 10) Índice RMSSD. Foram definidas seis (6) áreas de interesse na cena visual através de estudo piloto. A partir de cada uma das áreas, foi calculado o Número total e a Duração média de fixações, especificamente: PISTA (pista, contendo sinalização e veículos), VEL (velocímetro, indicador de marcha e conta-giros), RD (retrovisor direito), RE (retrovisor esquerdo), RC (retrovisor central) e OUTROS (toda área da cena restante).

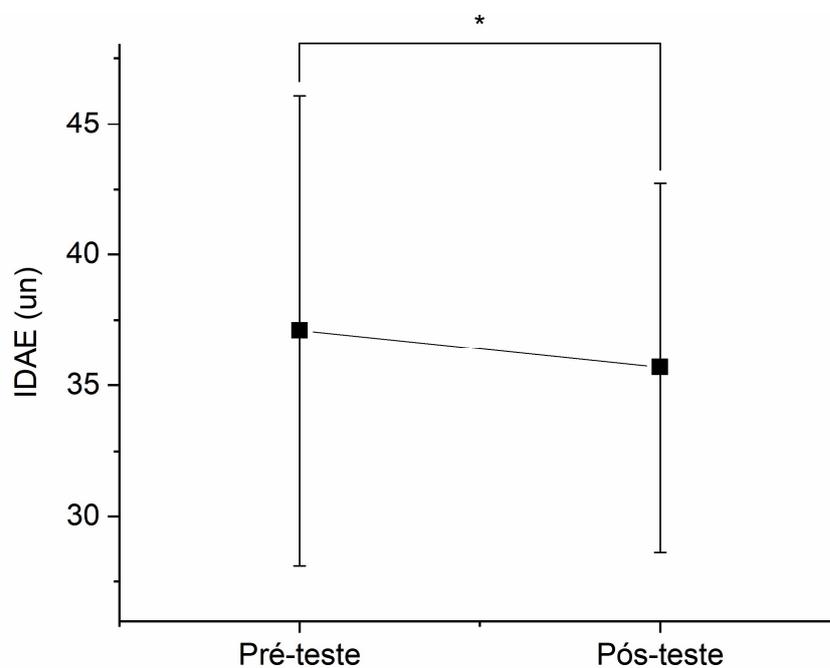
Os dados de cada variável dependente foram submetidos à Análise de Covariância (ANCOVA 3x2) de Grupo (Controle, Não-ação, Ação) por Ansiedade (Alta-ansiedade, Baixa-ansiedade) com medidas repetidas no último fator. As variáveis 1 a 7 citadas acima foram controladas pelo Nível de Experiência em Direção (covariante). Para comparar o Nível de Ansiedade-Estado, utilizou-se como covariante o Nível de Ansiedade-Traço. Para a comparação entre os valores do RMSSD, dados dos participantes em repouso (*baseline*) foram utilizados como covariante. Ajustes de probabilidade de Bonferroni e ajustes de graus de liberdade de Greenhouse-Geisser foram usados quando necessário (MAXWELL e DELAYNE, 1990). O nível de significância adotado foi de 0,05 para todas as análises.

## **Resultados**

### *Nível de Ansiedade Estado*

Os resultados revelaram que o Nível de Ansiedade Estado (IDAE) foi significativamente maior no período Pré-teste se comparado ao Pós-teste, ( $M = 37,10$ ,  $EP = 9$  vs  $M = 35,7$ ,  $EP = 7$ ),  $F(1,36) = 8,47$ ,  $p = ,006$  quando controlado pelo nível de ansiedade-traço. A Figura 3 apresenta o Nível de Ansiedade-Estado (IDAE) para as diferentes condições de ansiedade.

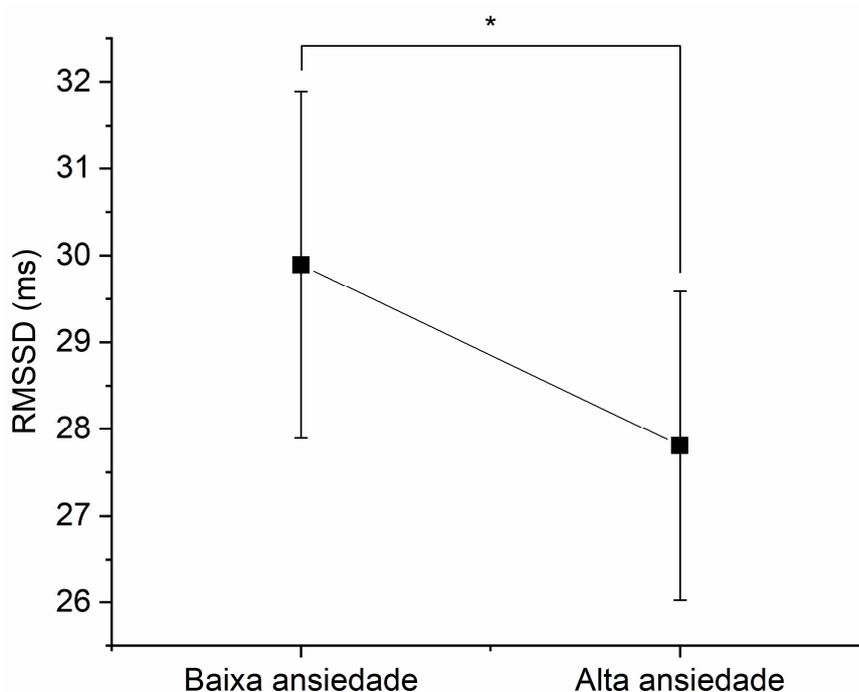
Figura 3. Valores médios e erro padrão do Nível de Ansiedade-Estado (IDAE) durante as etapas Pré-teste e Pós-teste.



#### *Variabilidade da Frequência Cardíaca*

A ANCOVA revelou um efeito principal de Ansiedade para o índice RMSSD,  $F(1,36) = 8,26$ ,  $p = ,007$ , quando controlado pelo valor de *baseline*. O índice RMSSD foi significativamente maior na condição de Baixa ansiedade comparado à Alta ansiedade, ( $M = 29,9$ ,  $EP = 2$  vs  $M = 27,8$ ,  $EP = 1,8$ ). A Figura 4 apresenta os índices RMSSD para as diferentes condições de ansiedade.

Figura 4. Valores médios e erro padrão do índice RMSSD para as condições de Baixa e Alta ansiedade.



#### *Variâncias Vertical e Horizontal do Olhar*

Para a Variância Vertical do Olhar, a ANCOVA não revelou nenhum efeito significativo entre os grupos ou entre as condições experimentais. Similarmente, não houve diferença entre os valores da Variância Horizontal para grupo ou condição experimental.

#### *Análise de Áreas de Interesse*

##### *Número total de fixações*

A ANCOVA não revelou nenhum efeito principal ou interação para o Número Total de Fixações em cada uma das seis áreas de interesse (OUTROS; VEL; PISTA; RD; RE; RC).

*Duração média das fixações*

Foi possível notar que muitos participantes não realizaram fixações em três áreas de interesse (RD, RE e RC) – em média, 23 dos 40 participantes não realizaram nenhuma fixação. Assim, pela pequena quantidade amostral, a ANCOVA conduzida nas respectivas áreas foi desconsiderada. Alternativamente, a Tabela 1 descreve o comportamento do olhar, através do número (NFIX) e a duração média (DFIX) das fixações em cada uma das áreas de interesse.

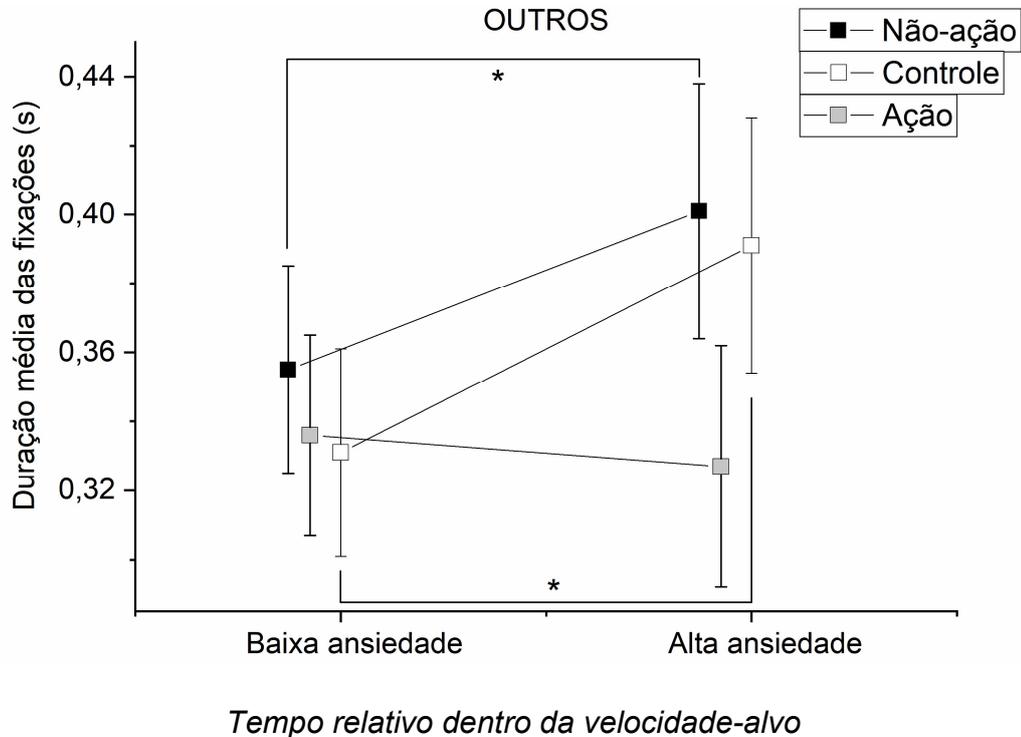
Tabela 1. Número e duração média das fixações nas seis áreas de interesse em função dos grupos e da condição de ansiedade.

	OUTROS			
	Baixa-ansiedade		Alta-ansiedade	
	NFIX (n)	DFIX (s)	NFIX (n)	DFIX (s)
<b>VIDEO GAME</b>	M = 673	M = 0,335	M = 772	M = 0,328
<b>AÇÃO</b>	EP = 332	EP = 0,073	EP = 473	EP = 0,083
<b>NÃO AÇÃO</b>	M = 438	M = 0,356	M = 551	M = 0,398
	EP = 216	EP = 0,119	EP = 244	EP = 0,120
<b>CONTROLE</b>	M = 479	M = 0,330	M = 601	M = 0,393
	EP = 275	EP = 0,121	EP = 317	EP = 0,176
VEL				
<b>VIDEO GAME</b>	M = 171	M = 0,261	M = 123	M = 0,246
<b>AÇÃO</b>	EP = 151	EP = 0,066	EP = 127	EP = 0,069
<b>NÃO AÇÃO</b>	M = 242	M = 0,295	M = 171	M = 0,265
	EP = 187	EP = 0,049	EP = 173	EP = 0,056
<b>CONTROLE</b>	M = 166	M = 0,275	M = 141	M = 0,263
	EP = 95	EP = 0,032	EP = 107	EP = 0,041
PISTA				
<b>VIDEO GAME</b>	M = 445	M = 0,391	M = 366	M = 0,372
<b>AÇÃO</b>	EP = 297	EP = 0,115	EP = 350	EP = 0,125
<b>NÃO AÇÃO</b>	M = 490	M = 0,409	M = 393	M = 0,422
	EP = 268	EP = 0,093	EP = 257	EP = 0,123
<b>CONTROLE</b>	M = 620	M = 0,443	M = 476	M = 0,442
	EP = 240	EP = 0,128	EP = 237	EP = 0,158
RETROVISOR DIREITO				
<b>VIDEO GAME</b>	M = 1	M = 0,172	M = 1	M = 0,117
<b>AÇÃO</b>	EP = 0	EP = 0,066	EP = 0	EP = 0,024
<b>NÃO AÇÃO</b>	M = 1	M = 0,117	M = 1	M = 0,100
	EP = 0	EP = 0,023	EP = 0	EP = 0
<b>CONTROLE</b>	M = 1	M = 0,158	M = 1	M = 0,234
	EP = 1	EP = 0,049	EP = 0	EP = 0
RETROVISOR ESQUERDO				
<b>VIDEO GAME</b>	M = 2	M = 0,169	M = 2	M = 0,273
<b>AÇÃO</b>	EP = 3	EP = 0,053	EP = 3	EP = 0,169

<b>NÃO AÇÃO</b>	M = 6 EP = 10	M = 0,146 EP = 0,055	M = 5 EP = 7	M = 0,163 EP = 0,056
<b>CONTROLE</b>	M = 3 EP = 2	M = 0,157 EP = 0,031	M = 2 EP = 2	M = 0,142 EP = 0,029
<b>RETROVISOR CENTRAL</b>				
<b>VIDEO GAME AÇÃO</b>	M = 11 EP = 20	M = 0,153 EP = 0,044	M = 7 EP = 13	M = 0,168 EP = 0,048
<b>NÃO AÇÃO</b>	M = 14 EP = 18	M = 0,228 EP = 0,137	M = 10 EP = 10	M = 0,178 EP = 0,048
<b>CONTROLE</b>	M = 6 EP = 6	M = 0,178 EP = 0,038	M = 4 EP = 4	M = 0,177 EP = 0,052

As áreas OUTROS, VEL e PISTA foram fixadas por todos os participantes e, assim, passaram pela análise de co-variância. A ANCOVA revelou um efeito de interação entre Ansiedade e Grupo para a área de interesse OUTROS,  $F(2,36) = 3,715$ ,  $p = ,034$ . Como pode ser observado abaixo na Figura 5, a análise indicou que os grupos Não-ação ( $M = 0,355$  EP = 0,03 vs  $M = 0,401$  EP = 0,04) e Controle ( $M = 0,331$  EP = 0,03 vs  $M = 0,391$  EP = 0,04) realizaram fixações de maior duração média na área OUTROS durante a condição de Alta ansiedade, enquanto o grupo Ação não diferiu entre as condições ( $M = 0,336$  EP = 0,03 vs  $M = 0,327$  EP = 0,03).

Figura 5. Valores médios e erro padrão da duração das fixações na área OUTROS durante condições de Baixa ansiedade e Alta ansiedade.



A ANCOVA não revelou nenhum efeito principal ou interação para o tempo relativo dentro da velocidade-alvo ou para a velocidade média, indicando que os participantes controlaram a velocidade do veículo de forma semelhante, independente da condição experimental ou da experiência prévia.

#### *Variabilidade do ângulo do volante*

A ANCOVA não revelou nenhum efeito principal ou interação entre as variáveis para a variabilidade do ângulo do volante, indicando que os participantes orientaram o veículo de forma similar, independente da condição experimental ou da experiência prévia.

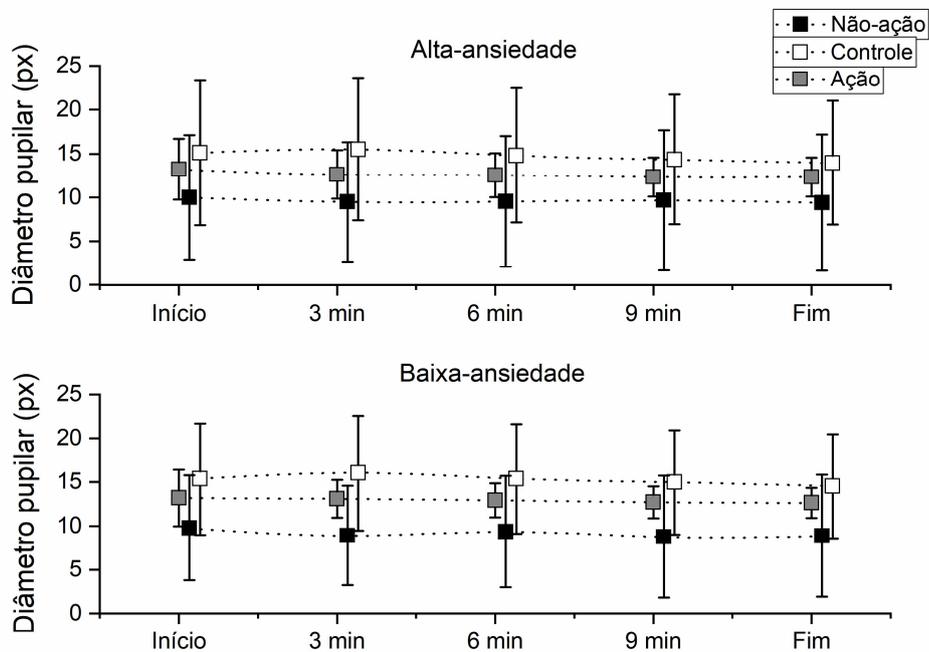
#### *Número de colisões*

A ANCOVA não revelou nenhum efeito principal ou interação entre as variáveis para o número total de colisões.

### Diâmetro médio da pupila

A ANCOVA não revelou nenhum efeito principal ou interação entre as variáveis para o diâmetro médio da pupila. Com o objetivo de explorar a resposta pupilar ao longo da tentativa, um histograma foi construído com os valores médios da pupila em seis momentos diferentes. A Figura 6 apresenta dois histogramas do diâmetro pupilar para cada grupo nas condições de baixa e alta ansiedade.

Figura 6. Valores médios e erro padrão do diâmetro pupilar durante a tarefa de dirigir.



### Discussão

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da experiência em vídeo games de diferentes gêneros (Ação e Não-ação) e da ansiedade-estado (Baixa e Alta) sobre o comportamento do olhar, a resposta cardíaca e o desempenho motor de motoristas jovens durante uma tarefa de condução simulada de automóveis. As hipóteses do estudo foram: 1) a condição de alta ansiedade demandaria maior esforço cognitivo comparado à baixa ansiedade, observada através do maior diâmetro pupilar e menor índice RMSSD;

2) a condição de alta ansiedade afetaria negativamente a atenção visual e o desempenho motor, alterando a localização, duração e o número de fixações na cena: de fixações em regiões relevantes, com curta duração (velocímetro, retrovisores, pista) para fixações em regiões irrelevantes ou ameaçadoras, com maior duração (fora da pista, pedestres, outros objetos); e 3) erros de direção aumentariam sob alta ansiedade (maior número de colisões e tempo fora da velocidade alvo).

A primeira hipótese, sobre o aumento do esforço cognitivo, foi corroborada pelos dados da VFC, mas não pelos dados do diâmetro pupilar. Sob alta ansiedade, houve redução do índice RMSSD em todos os grupos, apontando para um aumento do esforço cognitivo. Contudo, o diâmetro pupilar não diferiu entre condições ou grupos. Quando observamos o histograma do diâmetro pupilar, não há diferença notável entre as condições de ansiedade, embora haja uma diferença observável entre os grupos: ao longo de toda tentativa, tanto em baixa ou alta ansiedade, o grupo controle apresentou um diâmetro pupilar superior aos grupos de jogadores. Ao contrário da expectativa, o grupo Não-ação apresentou um diâmetro pupilar menor que o grupo Ação. É importante atentar-se ao fato de que as comparações feitas a partir dos dados presentes no histograma não foram submetidas a testes estatísticos e, por isso, os resultados devem ser interpretados com cautela.

Como esperado, sob alta ansiedade, a atenção visual aumentou em direção à estímulos irrelevantes. Nossa hipótese sobre o desvio da atenção foi confirmada. Especificamente, uma interação entre as variáveis foi apontada: enquanto os grupos Não-ação e Controle passaram a fixar aspectos irrelevantes por mais tempo dentro da área OUTROS, somente o grupo Ação realizou fixações com a mesma duração da condição de baixa ansiedade.

Nossos achados indicaram duas principais alterações na atenção visual. Apesar da área das fixações na cena ter sido semelhante entre condições ou grupos, observada através das Variâncias Vertical e Horizontal do olhar, ao analisar as Áreas de Interesse através dos números e durações das fixações, observamos que: sob alta ansiedade, o grupo Não-ação e Controle fixaram por mais tempo na área OUTROS, enquanto o grupo Ação manteve o padrão; sob alta ansiedade, todos os grupos fixaram por menos tempo

na área RD. Estas alterações sugerem que a atenção visual foi desviada para aspectos irrelevantes da cena quando sob alta ansiedade.

Apesar das durações médias das fixações em diferentes áreas de interesse terem se alterado em função da ansiedade, não foi observada nenhuma alteração estatisticamente significativa no número das fixações e nem no desempenho motor dos participantes. Estes achados estão em linha com a Teoria de Controle Atencional de Eysenck (2007), que pressupõe que indivíduos são capazes de compensar pelos efeitos adversos da ansiedade ao aumentar o esforço e a utilização de recursos. Como consequência, estes efeitos podem aparecer de forma sutil ou, em certas situações, não ser observado. Conforme as demandas gerais aumentam, se torna cada vez mais difícil compensar pela utilização dos recursos extras até que então o desempenho começa a piorar. Neste estudo, a dificuldade da tarefa provavelmente não demandou a máxima utilização de recursos, possibilitando um desempenho similar da atenção visual mesmo sob alta ansiedade.

O menor índice RMSSD da condição de Alta ansiedade está associado à maior ativação simpática sobre o sistema, atribuído ao estado de “luta ou fuga”, preocupação e, conseqüentemente, maior uso de recursos cognitivos durante o estado de alta-ansiedade. Em linha com a TCA, nota-se que as fixações se tornaram mais longas na região OUTROS (irrelevante) quando sob alta ansiedade somente para os grupos Não-ação e Controle, e mais curtas na região RM (relevante) para todos os grupos, confirmando o pressuposto de desvio da atenção em direção a estímulos irrelevantes. Esses resultados estão em linha com outros estudos demonstrando a capacidade atencional superior de jogadores de vídeo games (de ação) em tarefas de inibição (BAVELIER et al., 2015; MACK e ILG., 2014). ZHANG e colaboradores (2022) investigaram a capacidade inibitória de dois tipos de jogadores de videogame usando estímulos distratores com diferentes níveis de cargas perceptuais. Jogadores de Ação e de Estratégia foram testados. Os resultados mostraram que os jogadores de Ação foram capazes de identificar e inibir estímulos distratores melhor do que os jogadores de Estratégia. Além disso, em condições de alta demanda perceptual, os jogadores de Ação

obtiveram melhor desempenho. Estes estudos, incluindo o nosso, indicam para uma capacidade superior de inibição em indivíduos com experiência em jogos de Ação.

As expectativas da terceira hipótese eram que a condição de alta ansiedade demandaria maior esforço cognitivo comparado à baixa ansiedade. A variável de diâmetro pupilar médio não confirmou esta hipótese, enquanto o índice RMSSD apontou o contrário. O diâmetro médio da pupila se manteve similar entre as condições de baixa e alta ansiedade e, como apontado no histograma, variou entre os grupos.

Vale notar que estes dados biológicos, diferentemente do IDAE, foram coletados **durante** a tarefa, e não em período prévio ou posterior. Uma possível explicação para a ausência de diferenças entre os grupos seria devido à dificuldade relativamente baixa da tarefa, uma vez que, entre 80 tentativas (duas de cada um dos 40 participantes), houve uma única colisão e a velocidade alvo foi mantida, em média, durante 81% do tempo. Esse contexto relativamente fácil e previsível pode ter demandado baixo consumo dos recursos atencionais, uma vez que todos os indivíduos já experientes não tiveram nenhuma demanda adicional no experimento. Assim, os grupos executaram a tarefa utilizando da mesma capacidade atencional relativa, que sofreu efeitos deletérios similares quando sob alta-ansiedade.

Intrigantemente, o nível de ansiedade-estado (IDAE) relatado por todos os grupos foi maior no período pré (antes da tarefa) se comparado ao pós (imediatamente após tarefa). Isto pode ter acontecido por dois principais motivos. Primeiro, o simples fato de os participantes terem participado de uma coleta de dados em ambiente de laboratório pode ter gerado grandes expectativas sobre as novidades que ali seriam apresentadas, proporcionando um aumento relativo da ansiedade experienciada neste momento em que não sabiam o que seria solicitado - se seriam capazes de desempenhar bem, se haveria algum risco. O segundo motivo que deve ser destacado como uma limitação do estudo foi o momento da aplicação dos questionários (IDAE). O questionário do período "pré" foi administrado no início da visita, logo após o participante assinar o TCLE e antes de realizar qualquer outra etapa. O período "pós" foi administrado exatamente após o término da tarefa de direção, na condição "alta-ansiedade". O fato de ter aplicado um questionário **antes** da condição baixa e compará-lo com outro aplicado **após** a condição

alta pode ter influenciado os valores observados. Em função desta limitação, sugerimos, para estudos futuros, administrar o IDAE em três períodos – pré (obter valor *baseline*), baixa (imediatamente após condição baixa) e alta (imediatamente após condição alta). Essa configuração poderia evidenciar as variações sobre o nível de ansiedade de forma mais clara.

### *Limitações do estudo*

Neste estudo, apesar do esforço empenhado, há outra limitação que não nos permite fazer afirmações claras em relação aos efeitos da prática em vídeo games sobre as questões levantadas. Este foi um estudo transversal. Apesar de termos controlado pela experiência dos grupos, não conseguimos garantir que os participantes vivenciaram exatamente as experiências informadas no questionário a respeito das atividades de direção de automóvel e de jogar vídeo games.

### **Conclusões**

Este estudo buscou compreender os efeitos da experiência em vídeo games sobre a atenção visual, o esforço cognitivo e o desempenho motor de motoristas durante uma tarefa de direção de automóvel em contexto de alta ansiedade.

A alta-ansiedade aumentou o esforço cognitivo entre todos os grupos. Contudo, a ansiedade experienciada pelos participantes não afetou seu desempenho motor, independentemente se possuíram ou não experiência em vídeo games.

A atenção visual foi sutilmente alterada em função da alta ansiedade. Apesar do número e a área das fixações não ter diferido entre grupos ou condições, a duração média se tornou mais curta em regiões relevantes para todos os grupos. Além disso, sob alta ansiedade, os grupos Controle e Não-ação realizaram fixações mais longas em regiões irrelevantes (outros), enquanto somente o grupo Ação foi capaz de manter a duração nessa região entre as condições de baixa e alta ansiedade. Estes resultados sugerem que, apesar de todos os grupos terem experienciado aumento do esforço cognitivo sob alta ansiedade, somente o grupo Ação foi capaz de manter o funcionamento otimizado do controle atencional, enquanto os grupos Controle e Não-ação sofreram efeitos

deletérios na atenção visual, precisando de mais tempo para processar e desengajar visualmente de aspectos irrelevantes da cena.

### Referências bibliográficas

AKBARIAN, A. et al. A sensory memory to preserve visual representations across eye movements. *Nat Commun* 12, 6449. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26756-0>. 2021.

ALLSOP, J.; GRAY, R. Flying under pressure: Effects of anxiety on attention and gaze behavior in aviation. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmac.2014.04.010>. 2014.

BAVELIER, D.; GREEN, C. S. Enhancing Attentional Control: Lessons from Action Video Games. *Neuron*, 104(1), 147–163. doi:10.1016/j.neuron.2019.09.031. 2019.

BAVELIER, D. et al. Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(12), 763–768. 2015.

BEDIOU, B.; BAVELIER, D.; GREEN, C. S. (2021). Action Video Game Training and Its Effects on Perception and Attentional Control. In: Strobach, T., Karbach, J. (eds) *Cognitive Training*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39292-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39292-5_15) BILLMAN, 2013.

BOOT, W. R. et al. The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta Psychologica*, 129, 387–398. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.09.005>. 2008.

BRADLEY, F. H. Is there any special activity of attention? *Mind* 11 (43):305-323. 1886.

BROOKS, C. M. Newer concepts of the autonomic system's role derived from reductionist and behavioral studies of various animal species. *Journal of the autonomic nervous system*, 7(3-4), 199–212. [https://doi.org/10.1016/0165-1838\(83\)90073-5](https://doi.org/10.1016/0165-1838(83)90073-5). 1983.

CARIZIO, B. G. et al. Pupil dilation as indicative of cognitive workload while driving a car: Effects of cell phone use and driver experience in young adults. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 15(5):391-402. 2021.

CASTEL, A. D.; PRATT, J.; DRUMMOND, E. The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. *Acta Psychologica*, 119, 217–230. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.02.004>. 2005.

CLAPP, J. D., et al. Factors contributing to anxious driving behavior: The role of stress history and accident severity. *J Anxiety Disord*. 25(4):592–8. 2011.

CORBETTA, M.; SHULMAN, G. L. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201 –215. 2002.

UNDERWOOD, G. et al. Visual attention while driving: sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers. *Ergonomics*, 46(6), 629–646. doi:10.1080/0014013031000090116. 2003.

CRUNDALL, D.; UNDERWOOD, G. Visual attention while driving. In B. E. Porter (Ed.), *Handbook of traffic psychology* (pp. 137–148). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381984-0.10011-6>. 2011.

CRUNDALL, D.; UNDERWOOD, G. Effects of experience and processing demands on visual information acquisition in drivers, *Ergonomics*, 41:4, 448-458, DOI: 10.1080/001401398186937. 1998.

DALE, G. et al. A new look at the cognitive neuroscience of video game play. *Annals of the New York Academy of Sciences*, (), nyas.14295–. doi:10.1111/nyas.14295. 2020.

DIARRA, M. et al. Playing Super Mario increases oculomotor inhibition and frontal eye field grey matter in older adults. *Exp Brain Res* 237, 723–733. <https://doi.org/10.1007/s00221-018-5453-6> 2019.

HOANG DUC, A. Using Eye Movements as an Experimental Probe of Brain Function. *Progress in Brain Research - A Symposium in Honor of Jean Büttner-Ennever*. Volume 171 || Eye movements as a probe of attention. , 403–411. doi:10.1016/S0079-6123(08)00659-6. 2008.

DULA, C. S. et al. Examining relationships between anxiety and dangerous driving. *Accid Anal Prev.*;42(6):2050–6. 2010.

EYSENCK, M. W. et al. Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. 2007.

FABIO, R. A.; INGRASSIA, M.; MASSA, M. Transient and Long-Term Improvements in Cognitive Processes following Video Games: An Italian Cross-Sectional Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19, 78. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010078>. 2022.

FENG, J.; SPENCE, I. Playing action video games boosts visual attention. In C. J. Ferguson (Ed.), *Video game influences on aggression, cognition, and attention* (pp. 93–104). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95495-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95495-0_8). 2018.

FÖCKER, J. et al. Allocation of Auditory Spatial Selective Attention in Action Video Game Players. In *Changing Brains* (pp. 39-55). Routledge. 2022.

FRIEDBURG, C. et al. Contribution of cone photoreceptors and post-receptoral mechanisms to the human photopic electroretinogram. *The Journal of physiology*, 556(Pt 3), 819–834. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.061523>. 2004.

FROME, J. Eight Ways Videogames Generate Emotion. *DiGRA 2007 Conference*, 831-835. 2007.

GAN, X. et al. Action Real-Time Strategy Gaming Experience Related to Increased Attentional Resources: An Attentional Blink Study. *Front. Hum. Neurosci.* 14:101. doi: 10.3389/fnhum.2020.00101. 2020.

NORMAN, J. History of Information. “The Cathode Ray Tube Amusement Device”, Probably The Oldest Interactive Electronic Game. 2022. Disponível em <<https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=3573>>. Acesso em 10/12/2022.

GOTARDI, G. C. et al. Adverse effects of anxiety on attentional control differ as a function of experience: A simulated driving study. *Applied Ergonomics*, 74, 41-47. 2019.

GOTARDI, G. C. et al. Combining experiences of race gaming and natural driving affects gaze location strategy in simulated context. *Ergonomics*, 1–20. doi:10.1080/00140139.2019.1652770. 2019b.

GRAYDON, M. M. et al. Scared stiff: the influence of anxiety on the perception of action capabilities. *Cognition & emotion*, 26(7), 1301–1315. <https://doi.org/10.1080/02699931.2012.667391>. 2012

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423, 534–537. <http://dx.doi.org/10.1038/nature0164>. 2003.

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video game players. *Cognition*, 101, 217–245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2005.10.004>. 2006.

HEMENOVER, S. H.; BOWMAN, N. D. Video games, emotion, and emotion regulation: expanding the scope, *Annals of the International Communication Association*, 42:2, 125-143, DOI: 10.1080/23808985.2018.1442239. 2018.

HILL, L. K.; SIEBENBROCK, A. Are all measures created equal? Heart rate variability and respiration - biomed 2009. *Biomedical sciences instrumentation*, 45, 71–76. 2009.

HOFFMAN, J. E.; SUBRAMANIAM, B. The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception & psychophysics*, 57(6), 787–795. <https://doi.org/10.3758/bf03206794>. 1995.

HOMMEL, B. et al. No one knows what attention is. *Atten Percept Psychophys* 81, 2288–2303. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01846-w>. 2019.

HORDACRE, B. et al. Perceptual-motor learning benefits from increased stress and anxiety. *Human Movement Science*, 49, 36–46.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produto Interno Bruto (PIB). 2022. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. Acesso em 10/12/22.

JAIN, A. et al. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. *International journal of applied & basic medical research*, 5(2), 124–127. <https://doi.org/10.4103/2229-516X.157168>. 2015.

JAMES, W. The principles of psychology. Vol 1. Henry Holt & Co. 1890.

KAHNEMAN, D. Attention and Effort. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 1973.

KOTANI, S.; FURUYA, S. State anxiety disorganizes finger movements during musical performance. *Journal of neurophysiology*, 120(2), 439–451. <https://doi.org/10.1152/jn.00813.2017>. 2018.

KOUNTOURIOTIS, G. K. et al. The role of gaze and road edge information during high-speed locomotion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(3), 687–702. <https://doi.org/10.1037/a0026123>. 2012.

KOWLER, E. et al. The Role of Attention in the Programming of Saccades. *Vision Res.* Vol. 35, No. 13, pp. 1897-1916. 1995.

LAENG, B.; SIROIS, S.; GREDEBÄCK, G. Pupillometry: A Window to the Preconscious?. *Perspectives on psychological science: a journal of the Association for Psychological Science*, 7(1), 18–27. <https://doi.org/10.1177/1745691611427305>. 2012.

LAND, M.; MENNIE, N.; RUSTED, J. The roles of vision and eye movements in the control of activities of daily living. *Perception*, 28(11), 1311–1328. doi:10.1068/p2935. 1999.

LAND, M. F. Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research*, 25(3), 296–324. 2006.

LEHTONEN, E. et al. Effect of driving experience on anticipatory look-ahead fixations in real curve driving. *Accid Anal Prev [Internet]* 70, 195–208. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.04.002>. 2014.

MACK, D. J.; ILG, U. J. The effects of video game play on the characteristics of saccadic eye movements. *Vision Research*, 102, 26–32. 2014.

MAGILL, R. A. *Aprendizagem Motora: Conceitos e Aplicações*. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 2000.

MALHOTRA, N. et al. Examining Movement-Specific Reinvestment and Performance in Demanding Contexts. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37(3), 327–338. doi:10.1123/jsep.2014-0220. 2015.

MASTERS, R.; MAXWELL, J. The theory of reinvestment. *Int Rev Sport Exerc Psychol*. 1(2):160–83. 2008.

MAXWELL, S. E.; DELANEY, H. D. Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole. 1990.

MIZUNO, K. et al. Mental fatigue caused by prolonged cognitive load associated with sympathetic hyperactivity. *Behav Brain Funct* 7, 17. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-7-17>. 2011.

MORAN, T. P. Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological bulletin*, 142(8), 831–864. <https://doi.org/10.1037/bul0000051>. 2016.

MOSQUEDA-GARCIA, R. Central autonomic regulation. In: Robertson D, Low PA, Polinsky RJ, editors. *Primer on the autonomic nervous system*. San Diego: Academic Press. 1996.

MUNOZ, M. L. et al. Validity of (Ultra-)Short Recordings for Heart Rate Variability Measurements. *PLoS ONE*, 10, e0138921. 2015.

NAVARRO, M. et al. The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. *Journal of Sports Sciences*, 31(9), 921–929. doi:10.1080/02640414.2012.762602. 2013.

NEWZOO. Infographics - Newzoo's Global Games Market Report & Model. Disponível em <[www.newzoo.com:80/infographics/infographic-2012-brazil](http://www.newzoo.com:80/infographics/infographic-2012-brazil)>. Acesso em 10/12/2022.

NEWZOO. Infographics – Key Insights Into Brazilian Gamers. Disponível em <<https://newzoo.com/insights/trend-reports/key-insights-into-brazilian-gamers-newzoo-gamer-insights-report>>. Acesso em 10/12/2022.

NIEUWENHUYS, A.; OUDEJANS, R. R. D. Anxiety and perceptual-motor performance: toward an integrated model of concepts, mechanisms, and processes. *Psychological research*, 76(6), 747–759. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0384-x>. 2012.

NIEUWENHUYS, A.; SAVELSBERGH, G. J. P.; OUDEJANS, R. R. D. Persistence of threat-induced errors in police officers' shooting decisions. *Applied Ergonomics*, 48, 263–272. 2014.

OPAS. Folha informativa – Acidentes de trânsito. Disponível em <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779)>. Acesso em 10/12/2022.

OPAS. Segurança no trânsito. Disponível em <<https://www.paho.org/pt/noticias/28-10-2021-oms-lanca-decada-acao-pela-seguranca-no-transito-2021-2030>>. Acesso em 10/12/2022.

PALLAVICINI, F.; FERRARI, A.; MANTOVANI, F. Video games for well-being: A systematic review on the application of computer games for cognitive and emotional training in the adult population. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 2127. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.0212>. 2018.

PAIN, M. T.; HIBBS, A. Sprint starts and the minimum auditory reaction time. *Journal of sports sciences*, 25(1), 79–86. <https://doi.org/10.1080/02640410600718004>. 2007.

PASCHOALINO, G. P. et al. Racing videogame players' driving experience in natural context does not affect gaze strategy towards tangent point during simulated curve negotiation, but the curvature angle does. *BJMB*.2019:13(4): 113-123. 2019.

PEYSAKHOVICH, V. et al. Frequency analysis of a task-evoked pupillary response: Luminance-independent measure of mental effort. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 97(1), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.04.019>. 2015.

PHAM, T. et al. Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial. *Sensors*, 21, 3998. <https://doi.org/10.3390/s21123998>. 2021.

PIJPERS, J. R. et al. The Role of Anxiety in Perceiving and Realizing Affordances. *Ecological Psychology*, 18(3), 131–161. 2006.

POHJAVAARA, P.; TELARANTA, T; VÄISÄNEN, E. The role of the sympathetic nervous system in anxiety: Is it possible to relieve anxiety with endoscopic sympathetic block? *Nord J Psychiatry* 2003;57:55–60. Oslo. ISSN 0803-9488. 2003.

POWERS, K. L. et al. Effects of video-game play on information processing: A meta-analytic investigation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1055–1079. doi:10.3758/s13423-013-0418-z. 2013.

REMINGTON, R. W.; JOHNSTON, J. C.; YANTIS, S. Involuntary attentional capture by abrupt onsets. *Perception & Psychophysics*, 51(3), 279–290. <https://doi.org/10.3758/BF03212254>. 1992.

SCHMIDT, R.A; WRISBERG, C. A. Aprendizagem e performance motora: Uma abordagem da aprendizagem baseada na situação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SHAFFER, F; MCCRATY, R; ZERR, C. L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, 5(), –. doi:10.3389/fpsyg.2014.01040. 2014.

SIROIS, S.; BRISSON, J. Pupillometry. *WIREs Cogn Sci*, 5: 679-692. <https://doi.org/10.1002/wcs.1323>. 2014.

SOLHJOO, S. et al. Heart Rate and Heart Rate Variability Correlate with Clinical Reasoning Performance and Self-Reported Measures of Cognitive Load. *Sci Rep* 9, 14668 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50280-3>. 2019.

SPIELBERGER, C. D.; REHEISER, E. C. Assessment of Emotions: Anxiety, Anger, Depression, and Curiosity. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 1(3), 271–302. doi:10.1111/j.1758-0854.2009.01017.x. 2009.

THAYER, J. F.; FRIEDMAN, B. H.; BORKOVEC, T. D. Autonomic characteristics of generalized anxiety disorder and worry. *Biological psychiatry*, 39(4), 255–266. [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(95\)00136-0](https://doi.org/10.1016/0006-3223(95)00136-0). 1996.

WEST, G. L. et al. Impact of video games on plasticity of the hippocampus. *Molecular Psychiatry*. doi:10.1038/mp.2017.155. 2017.

WOLF, M., J., P. *The Video Game Explosion: A History from PONG to PlayStation and Beyond*. Connecticut, London. Greenwood Press. 2007.

WOLLENBERG, L.; HANNING, N. M.; DEUBEL, H. Visual attention and eye movement control during oculomotor competition. *Journal of vision*, 20(9), 16. <https://doi.org/10.1167/jov.20.9.16>. 2020.

YALÇIN IRMAK, A. et al. Comparison of Reaction Time, Manual Dexterity, and Working Memory Levels of Adolescent Video Game Players and Non-Players. *Clinical and Experimental Health Sciences* , 12 (2) , 493-498 . DOI: 10.33808/clinexphealthsci.990236. 2022.

YANG, Y.; MISKOVICH, T. A.; LARSON, C.L. State Anxiety Impairs Proactive but Enhances Reactive Control. *Front. Psychol.* 9:2570. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02570. 2018.

YANTIS, S.; JONIDES, J. Abrupt visual onsets and selective attention: evidence from visual search. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 10(5), 601–621. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.10.5.601>. 1984.

YANTIS, S. Control of visual attention. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 223–256). Psychology Press/Erlbaum (UK) Taylor & Francis. 1998.

ZHANG, M. et al. The influence of video game types on inhibiting interference stimuli under different perceptual loads. *Computers in Human Behavior Reports* 9 (2023) 100250. 2022.

ZHAO, M. et al. Eye movements and attention: The role of pre-saccadic shifts of attention in perception, memory and the control of saccades. *Vision Research*, 74(), 40–60. doi:10.1016/j.visres.2012.06.017. 2012.

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO**

---

**EFEITOS DA ANSIEDADE-ESTADO E DA EXPERIÊNCIA EM VÍDEO GAMES DE  
AÇÃO SOBRE A CONDUÇÃO DE AUTOMÓVEIS:  
COMPORTAMENTO DO OLHAR, RESPOSTA CARDÍACA E DESEMPENHO MOTOR  
DE MOTORISTAS JOVENS**

**GABRIEL PALMEIRA PASCHOALINO**

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Ciências do Câmpus  
de Bauru, Universidade Estadual  
Paulista, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de mestre  
em Ciências do Movimento.

**BAURU, 2023**