



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS MINISTRO REIS VELLOSO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOMÉDICAS**

**FLÁVIA SABRYNNE DE AGUIAR FREITAS**

**O AUMENTO DA INIBIÇÃO DO ESTÍMULO LUMINOSO EM INDIVÍDUOS COM  
*CYBERSIKNESS***

**PARNAÍBA – PI  
JULHO 2018**

FLÁVIA SABRYNNE DE AGUIAR FREITAS

**O AUMENTO DA INIBIÇÃO DO ESTÍMULO LUMINOSO EM INDIVÍDUOS COM  
*CYBERSIKNESS***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Piauí - UFPI, *Campus* de Parnaíba, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biomédicas.

Desempenho Humano: Diagnóstico e Funcionalidade.

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo do Vale Bastos

Co-orientador: Prof. Dr. Silmar Silva Teixeira

PARNAÍBA – PI  
JULHO-2018

F866a Freitas, Flávia Sabrynne de Aguiar

O aumento da inibição do estímulo luminoso em indivíduos com cybersickness [manuscrito] / Flávia Sabrynne de Aguiar Freitas. – 2018.

51 f. : il. color.

Impresso por computador (printout).

Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas) – Universidade Federal do Piauí, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Victor Hugo do Vale Bastos.

Universidade Federal do Piauí

Biblioteca Setorial Prof. Cândido Athayde – Campus Parnaíba

Serviço de Processamento Técnico

FLÁVIA SABRYNNE DE AGUIAR FREITAS

**O AUMENTO DA INIBIÇÃO DO ESTÍMULO LUMINOSO EM INDIVÍDUOS COM  
*CYBERSIKNESS***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Piauí - UFPI, *Campus* Ministro Reis Velloso, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biomédicas.

APROVADA EM 27/07/2018

BANCA EXAMINADORA

*Juliana Bittencourt Marques*

---

Membro: Prof. Dra. Juliana Bittencourt  
Universidade Veiga de Almeida- RJ

*[Assinatura]*

---

Coorientador: Prof. Dr. Silmar Silva Teixeira  
Universidade Federal do Piauí- UFPI

*[Assinatura]*

---

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo Vale Bastos  
Universidade Federal - UFPI

PARNAÍBA – PI  
JULHO-2018

*Mais Uma Vez*

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena, acreditar no sonho que se tem ou que seus planos nunca vão dar certo, ou que você nunca vai ser alguém... Quem acredita sempre alcança!”

Renato Russo

Para Suely, Fafá e Pablo pelo apoio de todos os dias e sempre; para Charles pelo companheirismo durante essa etapa e por mais algumas que virão...

Minha família, meus amores!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois é ele que me mantém firme para continuar seguindo e vencendo os obstáculos, já que sem ele na minha vida nada seria possível; ao meu orientador Victor Hugo, por ter facilitado meu aprendizado e permitido meu crescimento não somente na pesquisa, como também na docência e claro por toda a paz que me passava nos momentos necessários, facilitando a manutenção da minha sanidade durante essa etapa tão importante; ao meu coorientador, Silmar Teixeira por me guiar sempre que foi necessário, pelo melhor caminho a seguir e me dar a possibilidade de ter alguém tão capaz e solícito, sempre; a professora Juliana Bittencourt, por ter sido sempre disponível e por ter aceitado ser membro da banca examinadora ao longo do mestrado, com seus comentários e sugestões que me motivaram a melhorar e aprender cada vez mais; aos alunos da iniciação científica, por terem se disponibilizado mesmo com a correria da graduação e sido muito úteis durante as coletas, Rodrigo, Samantha; à minha companheira de laboratório, Kelma Galeno, mais conhecida como Olga rs, por ter me acompanhado ao longo dessa jornada, com paciência, perseverança e companheirismo, por ter sido aquela que trazia a conversa calma para resolver as questões do dia-a-dia da pesquisa, quando eu só tinha agitação e pouca paciência a oferecer e por todas as conversas que, por mais que elas nos trouxessem desespero sempre acabavam gerando muita risada; aos colegas dos laboratório (LAMCEF e NITlab) pela parceria. A minha mãe, Suely por sempre está presente na minha vida, facilitando e estimulando minhas conquistas, por seu amor incondicional e dedicação, sem seu apoio nada seria possível e por ser acima de tudo esse exemplo de luta, força, coragem, persistência e honestidade que me motivam a continuar vencendo todos os obstáculos, ao Charles por sua compreensão e companheirismo; ao meu irmãozinho, Pablo por se obrigar a me ajudar quando eu precisava; à minha tia, Fafá por facilitar meu dia-a-dia; e a todos que de alguma forma colaboraram para que eu pudesse concluir mais essa etapa tão importante em minha vida.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	10
1.INTRODUÇÃO.....	10
1.1.Justificativa.....	12
1.2.Objetivos.....	12
1.2.1.Objetivo geral.....	12
1.2.2.Objetivos específicos.....	12
1.3.Hipóteses.....	12
CAPÍTULO II.....	13
2.REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1.Cinetose .....	13
2.2. DMVI, Cybersickness e suas relações .....	15
2.3. Fatores de Riscos da <i>Cybersickness</i> .....	16
2.4. SSQ e EEG na Cybersickness.....	17
2.5.O MOS e sua eletrofisiologia no controle de inibição.....	19
CAPÍTULO III.....	21
3.ARTIGO NA VERSÃO LÍNGUA PORTUGUESA.....	21
REFERENCIAS.....	34
APÊNDICE .....	41
ANEXOS .....	43



## RESUMO

Em resposta ao meio virtual, pode-se observar desconfortos, tais como, náuseas, dificuldade de concentração, dor de cabeça, dentre outros. Esses desconfortos são gerados por meio da *Cybersickness*, que é resultante do conflito vestibulo-visual, ou seja, da incoerência entre as sensações relacionadas com movimento real, no ambiente virtual, e aos estímulos visuais. Não há na literatura, estudos que analisem o controle de inibição do estímulo luminoso de indivíduos sensíveis à *Cybersickness*. Por tanto, este estudo o controle de inibição do estímulo luminoso na *Cybersickness*. Foi utilizado o *Sickness Susceptibility Questionnaire* para dividir os indivíduos em grupo experimental e controle, e quantificar os sinais e sintomas, comparando-os antes e depois da imersão virtual 3D. As participantes de ambos os grupos foram examinadas com o EEG em relação a potência absoluta da banda teta, no córtex pré-frontal dorsolateral e córtex pré-frontal ventrolateral, durante a realização da tarefa de inibição do estímulo luminoso, depois das participantes assistirem o vídeo 3D. Os resultados demonstraram que houve o aumento da potência absoluta da banda teta em ambos os grupos comparando os momentos antes e depois, assim como também houve diferença significativa do grupo experimental comparado ao controle, para córtex pré-frontaldorsolateral e ventrolateral. Portanto, pode-se considerar que o aumento da potência absoluta de teta no córtex pré-frontaldorsolateral e ventrolateral não está relacionado somente ao surgimento e/ou intensificação dos sintomas, mas também ao maior controle durante a tarefa de inibição do estímulo luminoso.

**Palavras-Chave:** *Cybersickness*; *No-Go*, EEG, Potência Absoluta de Teta.

## **ABSTRACT**

In response to the virtual environment, we can observe discomforts such as nausea, difficulty concentrating, headache, among others. These discomforts are generated through Cybersickness, which is the result of the vestibular-visual conflict, that is, of the incoherence between sensations related to real movement in the virtual environment and to visual stimuli. There are no studies in the literature that analyze the control of inhibition of the luminous stimulus of individuals sensitive to Cybersickness. Therefore, this study controls the inhibition of the luminous stimulus in Cybersickness. The Sickness Susceptibility Questionnaire was used to divide individuals into experimental and control groups, and to quantify the signs and symptoms, comparing them before and after 3D virtual immersion. Participants from both groups were examined with EEG for absolute power of the theta band in the dorsolateral prefrontal cortex and ventrolateral prefrontal cortex during the task of inhibiting the luminous stimulus, after participants watched the video 3D. The results showed that there was an increase in the absolute power of the theta band in both groups comparing the before and after moments, as well as there was a significant difference of the experimental group compared to the control for the pre-frontal and ventrolateral prefrontal cortex. Therefore, it can be considered that the increase of the absolute power of theta in the prefrontal and ventrolateral cortex is not related only to the appearance and / or intensification of the symptoms, but also to the greater control during the task of inhibition of the luminous stimulus.

**Keywords:** Cybersickness; No-Go, EEG, Absolute Theta Power.

## **LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS**

**2D**- Duas dimensões

**3D**- Três dimensões

**a** - Antes

**CPFDL** – Córtex pré-frontal dorsolateral

**CPFDLd**- Córtex pré-frontal dorsolateral direito

**CPFDLe**- Córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo

**CPFVL**- Córtex pré-frontal ventrolateral

**CPFVLd**- Córtex pré-frontal ventrolateral direito

**CPFVLe**- Córtex pré-frontal ventrolateral esquerdo

**d** - Depois

**DMVI** Doença do Movimento Visualmente Induzida

**EEG**- Eletroencefalografia

**EEGq**- Eletroencefalografia quantitativa

**GC**- Grupo controle

**GE**- Grupo Cybersickness

**LAMCEF** Laboratório de Mapeamento Cerebral e Funcionalidade

**LED**- *Light Emitting Diode*

**MOS** - Movimento ocular sacádico

**MSSQ** - *Motion Sickness Susceptibility Questionnaire*

**PAT**- Potência absoluta de teta

**RV**- Realidade virtual

**SNC**- Sistema Nervoso Central

**SPSS** Statistical Product and Service Solutions

**SSQ** - *Sickness susceptibility questionnaire*

**TCLE**- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**UFPI**- Universidade Federal do Piauí

## **LISTA DE TABELAS E FIGURAS**

**Figura 1.** Etapas da Coleta.

**Figura 2.** Participante posicionada para captação sinais do EEG.

**Figura 3.** Demonstra por meio da a mediana dos escores do SSQ dentro de cada domínio para GC e GE, nos momentos antes e depois da RV 3D.

**Figura 4.** Mostra a potência absoluta da banda teta no córtex pré-frontal dorsolateral e córtex pré-frontal ventrolateral pela média e desvio padrão, entre os GC e GE, nos momentos antes e depois da RV 3D.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

Cinetose ou o Enjoo do Movimento é o conflito sensorial entre os sistemas, vestibular, proprioceptivo e visual durante o movimento, seja ele real ou virtual. Que é vivenciado quando o indivíduo se encontra dentro de carros, ônibus, navios, ou mesmo em ambientes virtuais que ocorram a simulação dessas viagens (FRANÇA e BRANCO-BARREIRO, 2013). Indivíduos saudáveis podem exibir os sintomas relacionados a variar de acordo com a quantidade e qualidade do estímulo provocante, ressalta-se também diferenças individuais em relação ao grau de susceptibilidade, específica para Cinetose (SCHMAL, 2013). Seus sinais e sintomas, são náusea, vômito, sudorese fria, palidez, arrotos, sonolência, fadiga, distúrbios oculomotores, dentre outros (GAVGANI et al., 2016; GOLDING, 2016).

A Cinetose é explicada por meio da teoria do conflito sensorial, esta teoria afirma que ela é causada por incompatibilidade entre o movimento percebido por meio da visão, e os sinais recebidos do sistema vestibular, tendo como base a experiência prévia do movimento (GANANÇA et al., 2014). Existem nomenclaturas que diferenciam os tipos de doenças do movimento, são: Doença do Movimento Virtualmente Induzida (DMVI) que é a Cinetose quando ocorre no meio virtual (GOLDING, 2016; GAVGANI et al., 2017). Já a DMVI, divide-se em *Cybersickness*, a DMVI no ambiente virtual; DMVI durante o jogo de vídeo que é a Doença do Jogo e como Doença do Simulador quando sua ocorrência é em um simulador (KENNEDY et al., 1997; KESHAVARZ et al., 2015).

A *Cybersickness* resulta do conflito vestibulo-visual, devido a incoerência entre as sensações relacionadas com movimento real no ambiente virtual e o estímulo visual (MALINSKA et al., 2015). Prejuízos decorrentes da *Cybersickness* costumam ser gerados, principalmente por sintomas como a náusea e fadiga ocular (CHEN et al., 2015). Uma ferramenta que é utilizada para quantificar e distribuir em domínios, os sintomas que podem ser desenvolvidos em ambiente virtual, e possibilita fazer comparações, a fim de definir se o indivíduo desenvolveu a *Cybersickness* é o *Sickness Susceptibility Questionnaire* (SSQ) (CARVALHO et al., 2011; CHAUMILLON et al., 2017).

As dificuldades geradas por sintomas da *Cybersickness* trazem limitações para que o indivíduo desenvolva tarefas visuais. Portanto, tarefas que envolvem o Movimento Ocular Sacádico (MOS) são relevantes para análise na *Cybersickness*, já que o MOS pode ser vista em uma variedade de distúrbios, tais como associados ao sistema vestibular, além das

psicopatologias (CHEN et al., 2015; FREITAS et al., 2018). Consiste em MOS, o movimento rápido dos olhos que pode ser voluntário ou reflexo, responsável por capturar a imagem de interesse e depois projetá-la na fóvea. Avaliando-se o MOS, durante a inibição do estímulo luminoso na utilização do paradigma *No-Go*, é possível também analisar o controle desse estímulo (BITTENCOURT et al. 2012; VELASQUES et al., 2013; BALCONI et al., 2017; BUONOCORE et al., 2017).

Em alguns estudos em que analisaram o EEG em indivíduos que desenvolviam a *Cybersickness*, foi observado um aumento da potência absoluta da banda teta (PAT) na região frontal, devido a sua relação com a expansão dos sintomas da *Cybersickness*. O da PAT (4,5 - 8) pode estar relacionado à coordenação da atividade sensório-motora e à atenção viso-espacial, assim como também, ao controle de inibição do estímulo luminoso (CARTIER et al., 2015; BAE et al., 2016; ZHANG et al. 2017). Logo, ressalta-se a importância da análise da PAT (PARK et al., 2008; NAQVI et al., 2015) nesses indivíduos. Porém, não há na literatura estudos que tenham analisado a EEG durante a tarefa de inibição do estímulo visual, justificando assim, este estudo KIM et al., 2005; CHEN et al., 2015; KOSLUCHER et al., 2016). Por conseguinte, este estudo tem como objetivo analisar a PAT na tarefa de inibição do estímulo luminoso, em indivíduos induzidos à *Cybersickness*.

### **1.1. Justificativa**

A realidade virtual (RV) tem sido uma ferramenta de utilização frequente em inúmeras situações seja para tratamentos, ensino-aprendizagem, ou até mesmo utilizada nos momentos lazer, como por exemplo para assistir filmes. Visto, o aumento da frequência de sua utilização e sua necessidade em vários âmbitos, ao longo dos anos, é que se torna importante conhecer e entender o que sua utilização poder trazer para o seu usuário, além de seus benefícios já estabelecidos na literatura. Pode-se observar que alguns sintomas são decorrentes da exposição à RV, como a náusea, a sudorese, a dificuldade de concentração, dentre outros que caracterizam a ocorrência da *Cybersickness*. Portanto, analisa-se a atividade eletrocortical durante tarefas de controle de inibição do estímulo luminoso, a fim de compreender o controle inibitório nos indivíduos que desenvolvem a *Cybersickness* antes e após a utilização da RV, principalmente por não haver literatura que estude esses aspectos, tem-se a sua relevância.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

- Analisar, durante a tarefa de inibição do estímulo luminoso, a PAT na região frontal do córtex de indivíduos induzidos à *Cybersickness*;

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar a variação do escore total antes e após à RV 3D de ambos os grupos;
- Verificar as mudanças da PAT no CPFDL e CPFVL, durante a inibição do estímulo luminoso em ambos os grupos, antes e após a RV 3D, comparando seus resultados intra-grupo.
- Comparar PAT no CPFDL e CPFVL entre os grupos, nos momentos antes e nos momentos depois.
- Relacionar o controle de inibição do estímulo luminoso com as alterações da PAT na *Cybersickness*.

## 1.3. Hipóteses

- As alterações ocasionadas por meio da RV repercutem na atividade eletrocortical durante a tarefa de inibição do estímulo luminoso;
- Participantes com *Cybersickness* demonstram maiores mudanças na PAT em áreas do córtex frontal quando comparadas às que não desenvolvem à *Cybersickness*.

## CAPÍTULO II

### 2. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 2.1. Cinetose

O sistema vestibular é constituído por labirinto ósseo e internamente a ele, há o labirinto membranoso, localizado especificamente na parte petrosa do osso temporal. A região funcional desse sistema, que é formado por: canais semicirculares (anterior, posterior e lateral ou horizontal), o utrículo e o sáculo. Esse sistema tem como funções, transformar as forças provocadas por meio da aceleração da cabeça e da gravidade em sinal biológico; e informar ao sistema nervoso central sobre a velocidade da cabeça e a posição do indivíduo no espaço; iniciar reflexos para a estabilização do olhar, da cabeça e do corpo, que são importantes no equilíbrio (LEE e JONES 2017; HARRICHARAN et al., 2017). A inadequação entre o sistema vestibular, proprioceptivo e visual são comumente observadas durante o movimento ou no ambiente virtual. Indivíduos saudáveis quando estão em navios, montanha-russa, ambiente virtual, ou quando são caronas em automóveis, dentre outros podem gerar respostas fisiológicas em decorrência da exposição a esses ambientes, apresentando alguns sinais e sintomas característicos dessa inadequação entre os sistemas, conhecida como Cinetose (MEIRELES et al., 2010; ROMERO al., 2015).

Enjoo ou Mal do Movimento, assim como também é chamada a Cinetose é uma resposta fisiológica ao movimento que, decorre do conflito sensorial entre os sistemas vestibular, proprioceptivo e visual durante o movimento, seja ele real ou virtual. Pode-se observar, em indivíduos que são expostas a estímulos provocativos por um tempo prolongado, como viagens dentro de carros, ônibus, navios, ou até mesmo quando estão inseridos são expostos a RV (FRANÇA e BRANCO-BARREIRO, 2013). A Cinetose se caracteriza por desencadear uma gama de sinais e sintomas, tais como náusea, vômito, sudorese fria, palidez, dor de cabeça, dificuldade de concentração, dentre outros, e quando se observa esses sinais e sintomas muito depois do indivíduo ter sido submetido a estímulo provocativo, denomina-se mal do desembarque. A teoria do conflito sensorial é a teoria mais aceita, a respeito da Cinetose. Essa teoria elucidada sobre a Cinetose ser causada por meio da incompatibilidade entre o movimento percebido através da visão, e os sinais recebidos do sistema vestibular, tendo como base a experiência prévia do movimento (BRANDALIZE et al., 2010; GANANÇA et al., 2014; LACKNER, 2014).



A teoria da instabilidade postural, assim como a teoria do conflito sensorial, tem como intuito explicar o que pode induzir os sintomas da DMVI. Esta teoria explica que indivíduos hígidos com instabilidade no controle postural ou em circunstâncias onde este controle é exigido e os indivíduos não apresentam estabilidade são induzidos à DMVI. A instabilidade postural é caracterizada através dessa teoria não como consequência da DMVI, mas sim, como causadora dessa instabilidade, o que institui a instabilidade postural como um pré-requisito para as DMVI (STOFFREGEN, 1991; DENNISON e MICHAEL D’ZMURA, 2017; GAVGANI et al., 2018). Outra teoria que visa explicar a ocorrência da DMVI é a teoria dos movimentos oculares, que afirma que o nistagmo optocinético, a partir dos movimentos dos olhos, ativaría o nervo vago desencadeando os sintomas da DMVI (MIYAZAKI et al., 2015; JI et al., 2016; GUO et al., 2017).

Alguns estudos levaram aos pesquisadores acreditar que existia, em relação aos sintomas da Cinetose, indivíduos que apresentavam principalmente dor de cabeça e sonolência, devido ao estímulo provocativo, e que também existiam àqueles que apresentavam náuseas e vômito, como dois grupos de indivíduos distintos. Atualmente, sabe-se que existem fatores envolvidos no desenvolvimento dos sintomas da Cinetose, são eles: o estímulo provocativo, susceptibilidade do indivíduo e experiências prévias vivenciadas pelo indivíduo (BRONSTEIN et al., 2013; PAILLARD et al. 2013; HORN et al., 2014). Ressalta-se que, nem todas as situações provocativas são desconfortáveis de forma igual para diferentes indivíduos. Pois, os indivíduos apresentam limiares diferentes para sentir esse desconforto, existem pessoas que, por exemplo, ao vomitarem sentem alívio total por algum tempo. Já outras demoram mais tempo sentindo o desconforto até vomitarem, algo que propicia alívio parcial, devido ao limiar de vômito desses indivíduos ser mais alto em comparação aos demais. Há também, àqueles que são incapazes de vomitar e permanecem sentindo forte desconforto até que seja anulado o estímulo provocativo que, até o desconforto ir desaparecendo gradualmente com o passar do tempo (LACKNER, 2014).

## **2.2.DMVI, Cybersickness e suas relações**

O conflito sensorial gerado por meio do estímulo provocativo, pode ter algumas nomenclaturas diferentes a depender de qual seja o tipo de estímulo que o indivíduo recebe. Como por exemplo, a Cinetose, quando a ocorrência do estímulo provocativo é em meio virtual, esta é denominada, DMVI. Ela, por sua vez, subdivide-se em: *Cybersickness*, se sua ocorrência

é provocada por meio da RV caso ocorra durante o jogo de vídeo, é denominada Doença do Jogo; torna-se Doença do Simulador quando o estímulo se dá por simulador (KENNEDY et al., 1997; KESHAVARZ et al., 2015). As DMVI adentram ao conceito, especificamente, sensorial no meio virtual. Os sintomas típicos, relacionados à Cinetose, devido a sua sintomatologia similar e a mesma explicação fisiológica para sua ocorrência, estão inclusos sintomas como, sonolência, tontura, fadiga, palidez, suor frio, distúrbios oculomotores, náuseas e de modo menos frequente, o vômito (GOLDING, 2016; GAVGANI et al., 2017).

Quanto ao tratamento do conflito sensorial gerado no DMVI, não há um tratamento que seja estipulado como padrão ouro. Esse fator levou há uma grande quantidade de estudos, no qual testavam os medicamentos para conter a DMVI (SHERMAN, 2002; SHUPAK e GORDON, 2006). Hoyt e colaboradores (2009) dão destaque para dois tipos de medicamentos, são os anti-histamínicos e anticolinérgicos. Porém, mesmo que esses fármacos reduzam os sintomas que são desencadeados pelo DMVI, eles ficam limitados minimizarem os sintomas da Cinetose. Existe literatura que demonstra a relevância desses medicamentos para além de aliviar, prevenir os sintomas desencadeados durante a Cinetose, mas não na DMVI, ou pelo menos essa prevenção não ocorre de forma eficaz nessa prevenção.

Diferentemente da terapia medicamentosa para DMVI, a terapia comportamental tem sido bastante utilizada para tratá-la de modo eficiente. Já que, as terapias comportamentais enfatizam a adaptação e habituação, as quais minimizam os sintomas de acordo com a frequência e duração da exposição do indivíduo ao ambiente virtual. Porém, devido a maioria dessas terapias exigirem que os indivíduos sejam expostos aos sintomas, gerando desconforto para eles, por algum tempo e com uma frequência específica, não as torna um método de primeira escolha na maioria dos casos (KIRYU e SO, 2007; DORIGUETO et al., 2012; GAVGANI et al., 2017).

Os estudiosos, Keshavars e Hecht (2014), utilizaram como tratamento a música, a fim de observar a música leve, agradável e relaxante como forma de tratamento e observaram que esse tipo de pode ser utilizada para reduzir os sintomas gerados pela DMVI, com os resultados encontrados. Tem como benefícios além do custo-benefício, a facilidade na sua utilização, assim como o fato de não trazer desconforto ao paciente durante sua execução. Outro estudo, realizado observou a utilização de odores agradáveis com a finalidade de reduzir os sintomas da DMVI. Esses estudos encontraram que o olfato, através de odores agradáveis pode regular a indução da DMVI (KESHAVARS et al., 2015).

Alguns estudos demonstram que os filmes 3D induzem a sintomatologia existente na *Cybersickness*, tornando esse um problema para os espectadores de filmes desse tipo. Logo, o entretenimento, acaba se tornando um desconforto àqueles que desencadeiam tais sintomas (NAQVI et al., 2015). Por isso, alguns estudos utilizam o movimento pupilar durante a acomodação para encontrar fadiga e desconforto visual causados por filmes em 3D. E outros, utilizam a quantificação do piscar dos olhos para medir a tensão ocular que vídeos 2D e 3D, a fim de analisar o desconforto gerado no meio virtual. Nesses estudos, a *Cybersickness* foi observada, significativamente maior depois de assistir imagens em movimento, em comparação a imagens estáticas, assim como maior no 3D em relação ao 2D (CARVALHO et al., 2011; KOSLUCHER et al., 2016).

A RV vem sendo amplamente utilizada para tratamento, pois existem inúmeros aplicativos, vídeos e meios de utilizar os efeitos positivos através dessa forma de terapia. Facilitando o tratamento dos pacientes, de modo a não necessitar que o indivíduo não precise conseguir realizar o movimento propriamente dito, e assim, propiciará aos mesmos benefícios semelhantes aos demais tratamentos, além de em diversas situações no cotidiano, para entretenimento, treinamentos em ambientes de trabalho, de diversos âmbitos, para fortalecer os processos de ensino-aprendizagem e dentre outros (CHOI et al., 2005; RIBEIRO e ZORZAL, 2011; VIEIRA et al., 2014; MALÍŃSKA et al., 2015). No entanto, a utilização da RV está intimamente relacionada à *Cybersickness* que, que é considerado um fator negativo, frente a essa terapêutica, já que ela gera uma cascata de sintomas oculomotores, nauseogênicos, assim como, relacionados à orientação em indivíduos hígidos submetidos a esta terapia (KIRYU e SO, 2007; GAVGANI et al., 2017).

### **2.3.Fatores de Riscos da *Cybersickness***

A resposta fisiológica decorrente de estímulos não familiares que caracterizam a *Cybersickness*, se justifica, pelo fenômeno da adaptação e habituação, visto que o indivíduo que desencadeia a sintomatologia relacionada a DMVI, quanto mais for exposto ao estímulo desencadeador tende a se adaptar, até ao ponto máximo de não mais apresentá-la (DORIGUETO et al., 2012). Devido ao Sistema Vestibular ser um sistema neuro-sensorial que possui características de modificar seu comportamento, por meio da habituação, da supressão exercida por estímulos repetitivos e depende de adaptações neurais, substituições sensoriais, recuperação funcional dos reflexos vestibulo-oculares, vestibulo-espinais (MOROZETTI et al.,

2011; BRANDALIZE et al., 2012). Por esse motivo, a idade é um fator que influencia a susceptibilidade da DMVI, logo a literatura ressalta que crianças são mais susceptíveis a desenvolver sintomas relacionados, durante a imersão virtual (PAILLARD et al., 2013; FRANÇA et al., 2015).

O gênero é um fator que também pode influenciar na susceptibilidade à *Cybersickness*. Os homens, por exemplo, são menos afetados que mulheres, além de que a gravidez e a menstruação agravam os sintomas. Quanto ao período menstrual é observado diferenças de susceptibilidade, em períodos específicos dos ciclos, de modo que períodos próximos à menstruação e durante a menstruação, as mulheres se tornam mais susceptíveis ao conflito sensorial, observado nas DMVI diferentemente ao que ocorre no período de ovulação e em suas proximidades, o que se justifica devido às diferenças endócrinas de um período comparado ao outro (GRUNFELD e GRETTY 1998). Indivíduos portadores de enxaqueca, também são mais susceptíveis a enjoos do que indivíduos hígidos para esta alteração, pois devido a sua associação com os distúrbios vestibulares, além de baixos limiar para o vômito, acabam causando comumente às dores de cabeça associadas às náuseas (DRUMMOND e GRANSTON, 2004). Vale ressaltar que, além dos efeitos da *Cybersickness* imediatos, outros sintomas ocorrem até doze horas após a imersão no ambiente virtual, tais como flashbacks visuais, desorientação e distúrbios de equilíbrio (CARVALHO et al., 2011; KOSLUCHER et al., 2016).

#### **2.4. SSQ e EEG na *Cybersickness***

O *MSSQ (Motion Sickness Susceptibility Questionnaire)* é um instrumento usado para quantificar e analisar a predisposição de cada indivíduo a desenvolver os sintomas da Cinetose. Ele tem duas sessões, a “A” e a “B”, respectivamente referem-se as experiências da infância do indivíduo, e dos últimos dez anos relacionadas às viagens e desenvolvimento da Cinetose (GOLDING, 1998). Este questionário tem como objetivo analisar a propensão do indivíduo a desenvolver a Cinetose, e a partir dele diversos estudos foram feitos até que houve o surgimento de um novo instrumento avaliativo, que tem sido amplamente utilizado para quantificar a *Cybersickness* que é o *SSQ*, que se originou a partir do *MSSQ* (MACEFIELD et al. 2015; MUNAFO et al. 2017).

No *SSQ* os desconfortos foram separados de acordo com sua intensidade e por domínios, maiores escores foram associados a maior probabilidade de induzir vômito na escala do *SSQ*. São no total de 17 sintomas que podem ser classificados como: ausente (0), leve (1), moderado (2) ou grave (3). E de acordo com escores, nos domínios: Oculomotor, Desorientação e

Náuseas, os sintomas recebem pesos específicos, e são multiplicados com o valor da pontuação atribuída a eles. Os valores obtidos com os itens relacionados aos sintomas de cada domínio são somados chegando ao seu escore total, esse resultado final é conseguido após aplicação do cálculo estabelecido, por meio da metodologia do próprio questionário (KENNEDY e LANE 1993; KIM et al., 2005; CARVALHO et al., 2011).

Devido a possibilidade de se analisarem alterações eletrofisiológica do córtex cerebral, a eletroencefalografia quantitativa (EEGq) é capaz de possibilitar a observação a ativação de áreas específicas, demonstradas através das modulações dos espectros da potência cortical. O estado cortical e suas mudanças permitem a percepção dos eventos ocorridos durante modulações cognitivas, assim como o controle inibição de estímulos, por exemplo (HUSTER et al., 2013; BRASS et al., 2014; MEINDERTSMA et al., 2017). A banta teta é observada quando o indivíduo é exposto a tarefas cognitivas de diversos níveis de complexidade, sua ativação de ocorrência principalmente em áreas frontais é observada durante a inibição de tarefas, codificação e recuperação da memória, dectecção de situações novas e relacionadas também ao processo de atenção (CAVANAGH e FRANK, 2014; BASTOS et al., 2004; HANSLMAYR et al., 2011). Essa banda também, apresenta correlação inversa com a realização de em tarefas de discriminação visual, assim como uma correlação direta, com tarefas de memória de trabalho (JENSEN e MAZAHERI, 2010).

Análises eletrofisiológicas indicam que o aumento da PAT (4,5-8 Hz) estão relacionadas à coordenação da atividade sensorial e motora. Além de estarem relacionadas também a execução da atenção visuoespacial (CARTIER et al. 2015; BAE et al. 2016). Outra relação é com o da inibição do estímulo luminoso, pois estudos demonstram que o aumento da PAT, corticalmente observado por meio do EEGq indicam um menor controle inibitório dos indivíduos analisados. Um estudo realizado com indivíduos saudáveis, divididos em dois grupos de acordo com os valores observados no *SSQ*, consideraram o grupo com alteração e o grupo sem a alteração, os quais realizaram a simulação de que o indivíduo dirigia um carro com a velocidade de 60 km/h, foi aplicado o *SSQ* antes, durante e depois da imersão para se quantificar os sintomas relatados pelos participantes, foram analisadas a potência absoluta das bandas delta, teta, alfa e beta, durante a imersão virtual, puderam observar que houve uma correlação forte da PAT com o aumento da sintomatologia observada no *SSQ*, em relação às outras bandas no decorrer do tempo de imersão virtual sugerindo que a banda teta é um parâmetro importante a ser analisado em indivíduos sensíveis à *Cybersickness* (PARK et al., 2008; ZHANG et al., 2017).

Análises eletrofisiológicas indicam que o aumento da banda Teta (4,5-8 Hz) estão relacionadas à coordenação da atividade sensorial e motora. Além de estarem relacionadas também a execução da atenção visuoespacial. Outra relação é com o Controle de Inibição da MOS, pois estudos demonstram que o aumento da Potência Absoluta da Banda Teta, corticalmente observado por meio da eletroencefalografia quantitativa (EEGq) indicam maior Controle Inibitório dos indivíduos analisados (CARTIER et al., 2015; BAE et al., 2016; ZHANG et al., 2017). Um estudo realizado com indivíduos saudáveis, divididos em dois grupos de acordo com os valores observados no *SSQ*, considerados o grupo com alteração e o grupo sem a alteração, os quais realizaram a simulação de que o indivíduo dirigia um carro com a velocidade de 60 km/h, foi aplicado o *SSQ* antes, durante e depois da imersão para se quantificar os sintomas relatados pelos participantes, foram analisadas a PAT delta, teta, alfa e beta, durante a imersão virtual, puderam observar que houve uma correlação forte da PAT com o aumento da sintomatologia observada no *SSQ* (PARK et al., 2008).

Dente os estudos realizados a respeito da Cinetose, DMVI, *Cybersickness*, observa-se de modo mais frequente a utilização dos instrumentos *SSQ* e *MSSQ*, tendo como finalidade analisar os sintomas propriamente ditos (DIELS e HOWARTH 2013; GAVGANI et al., 2017). Já, os estudos que analisam a eletrofisiologia nesses indivíduos são mais escassos na literatura (KIM et al., 2005; CHEN et al., 2015; KOSLUCHER et al. 2016). Naqvi et al., 2015, avaliou indivíduos assistiram filmes 3D e 2D, e teve como intuito observar em relação às alterações as quais, esses indivíduos demonstrariam durante a imersão virtual. Os indivíduos assistiram por 10 minutos, cada tipo de filme específico para cada grupo, o grupo 2D e o 3D. Encontrou-se, por meio do EEG uma diminuição da PAT na região frontal e da potência relativa da banda beta na região temporal.

## **2.5. O MOS e sua eletrofisiologia no controle de inibição**

O MOS é diretamente relacionados om alguns fatores, tais como à atenção, a integração da informação visual, movimentos oculares específicos, que é considerado como a primeira etapa da integração sensório-motora e do processamento de informação (VELASQUES et al., 2011; CHAN et al., 2013; LEE et al. 2015). No plano interno se dá o início de um processo complexo, que parte da entrada de estímulos, para se realizar a tarefa motora. O planejamento do MOS é composto por dois componentes, são eles: o motor e o cognitivo. O componente motor tem a função de regular principalmente, a geração do movimento e o controle oculomotor das sacadas, enquanto que, o componente cognitivo seleciona as características do estímulo que, tenham ocorrido ou modula o MOS voluntário. O

MOS é bastante utilizado como parâmetro comportamental, já que possibilita a mensuração da atenção do indivíduo no momento da exposição de estímulos em que exijam seleção (MUNOZ et al., 1998; BITTENCOURT et al., 2013).

Estudos tem revelado consistentemente regiões frontais sendo ativadas durante a execução de tarefas com o MOS, em situações que os indivíduos são induzidos a direcionar a atenção visual em estímulos específicos (CARTIER et al., 2015; PAOLOZZA et al., 2016). Na ativação das regiões frontais, assim como, nas regiões centrais do córtex, há relação com a preparação e com a execução da MOS (BITTENCOURT et al. 2013; VELASQUES et al. 2011). A Inibição Sacádica se conceitua como uma característica do sistema oculomotor, que ocorre de modo voluntário com a finalidade de inibir o MOS, também conhecida como antissacada, de modo a conter, o direcionamento do olho ao próximo estímulo periférico, o mantendo direcionado a um ponto central. Já a pró-sacada se dá de modo, predominantemente, automatizado de forma que o olho acompanha o próximo estímulo periférico (BUONOCORE et al., 2017; COE e MUNOZ, 2017).

O Controle inibitório, vem a ser capacidade de inibir pensamentos e ações inadequadas, de modo mais abrangente que a inibição da sacada, já que para controlar a sacada precisa-se ter o controle de inibição do MOS, por este motivo a tarefa de inibição do estímulo luminoso tem sido amplamente utilizada em estudos que tenham a finalidade de analisar o controle inibitório dos indivíduos, a nível cortical, ou mesmo tenham objetivado analisar especificamente o MOS (PETIT et al. 2012; DETANDT et al. 2017). Maij e colaboradores (2007) com o intuito de observar o controle de inibição de alguns indivíduos, utilizou o paradigma *No-Go*, cujo foram divididos em três grupos, um com Transtorno do Uso da Cannabis, outros fumantes de cigarro comum e por fim, um grupo controle. Puderam dessa forma estabelecer que o grupo que mais apresentava déficit no Controle de Inibição, foi o grupo que apresentou o transtorno.

**PÁGINAS SUPRIMIDAS**

**21 a 33**



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAE, Y. Saccadic Eye Movement Improves Plantar Sensation and Postural Balance in Elderly Women. **The Tohoku Journal of Experimental Medicine**, v. 239, n. 2, 159-164, 2016.

BALCONI, Michela; CAMPANELLA, Salvatore; FINOCCHIARO, Roberta. Web addiction in the brain: Cortical oscillations, autonomic activity, and behavioral measures. **Journal of Behavioral Addictions**, v.6, n.3, p.334-344, 2017.

BIERNACKI, Marcin P.; KENNEDY, Robert S.; DZIUDA, Łukasz. Simulator sickness and its measurement with Simulator Sickness Questionnaire (SSQ). **Medycyna Pracy**, v. 67, n. 4, p. 545-555, 2016.

BITTENCOURT, J.; MACHADO, S.; TEIXEIRA, S.; SCHLEE, G.; SALLES, J. I.; BUDDE, H.; SACK, A. T. Alpha-band power in the left frontal cortex discriminates the execution of fixed stimulus during saccadic eye movement. **Neuroscience letters**. v. 523, n. 2, p. 148-153, 2012.

BITTENCOURT, J.; VELASQUES, B.; TEIXEIRA, S.; BASILE, L. F.; SALLES, J. I.; NARDI, A. E.; RIBEIRO, P. Saccadic eye movement applications for psychiatric disorders. **Neuropsychiatric disease and treatment**, v. 9, p. 1393-1409, 2013.

BLAIR, C. Educating executive function. Wiley Interdiscip. **Rev CognSci**, 8 (1-2), 2017.

BOS, J. E. et al. Motion sickness in motion: from carsickness to cybersickness. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, v. 162, p. D1760-D1760, 2018.

BRANDALIZE, A. L. F. RODACKI, V. L. Israel. Controle Postural Após A Exposição A Um Conflito Sensorial. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 11, n. 21, p 23-29, 2010.

BRANDALIZE, D.; RODACKI, A. L. F.; BRANDALIZE, M.; ISRAEL, V. L. Exposição Crônica em Ambiente de Conflito Sensorial e sua Influência no Controle Postural. **Motriz**, v.18, n.4, p.721-727, 2012.

BRONSTEIN, Adolfo M.; GOLDING, John F.; GRETTY, Michael A. Vertigo and dizziness from environmental motion: visual vertigo, motion sickness, and drivers' disorientation. In: *Seminars in neurology*. **Thieme Medical Publishers**, 2013. p. 219-230.

BRUNI, Stefania et al. Processing and integration of contextual information in monkey ventrolateral prefrontal neurons during selection and execution of goal-directed manipulative actions. **Journal of Neuroscience**, v. 35, n. 34, p. 11877-11890, 2015.

BUONOCORE, A.; PUROKAYASTHA, S.; MCINTOSH, R. D. Saccade Reorienting Is Facilitated by Pausing the Oculomotor Program. **Journal of Cognitive Neuroscience**, [Epub ahead of print], 2017.

CARNEGIE, Kieran; RHEE, Taehyun. Reducing visual discomfort with HMDs using dynamic depth of field. **IEEE computer graphics and applications**, v. 35, n. 5, p. 34-41, 2015.

CARTIER, C.; DINIZ, C., DI GIROGIO, L.; BITTENCOURT, J.; GONGORA, M.; TANAKA, G. K.; DA SILVA, R. D. A. Changes in Absolute Theta Power in Bipolar Patients During a Saccadic Attention Task. **Psychiatry research**, v. 228, n. 3, p. 785-790, 2015.

CARVALHO, M. R.; COSTA, R. T.; NARDI, A. E. Simulator Sickness Questionnaire: Tradução e Adaptação Transcultural. **J Bras Psiquiatr**, v. 60, n. 4, p. 247-52, 2011.

CHAUMILLON, R.; ROMEAS, T.; PAILLARD, C.; BERNARDIN, D.; GIRAUDET, G.; BOUCHARD, J. F.; FAUBERT, J. Enhancing Data Visualisation to Capture the Simulator Sickness Phenomenon: On the Usefulness of Radar Charts. **Data in Brief**. v. 13.p. 301- 305, 2017.

CHELEN, W. E.; KABRISKY, MATTHEW; ROGERS, S. K. Spectral analysis of the electroencephalographic response to motion sickness. *Aviation, space, and environmental medicine*, v. 64, n. 1, p. 24-29, 1993.

CHEN, D. J.; BAO, B.; ZHAO, Y.; SO, R. H. Visually Induced Motion Sickness when Viewing Visual Oscillations of Different Frequencies Along the Fore-and-Aft Axis: Keeping Velocity Versus Amplitude Constant. **Ergonomics**, v. 59, n. 4, p.1-9, 2015.

CHIKAZOE, Junichi. Localizing performance of go/no-go tasks to prefrontal cortical subregions. **Current opinion in psychiatry**, v. 23, n. 3, p. 267-272, 2010.

DAHLMAN, J.; SJÖRS, A.; LEDIN, T.; FALKMER, T. Could Sound Be Used as a Strategy for Reducing Symptoms of Perceived Motion Sickness? **Journal of neuroengineering and rehabilitation**. v. 5, n. 1, p. 35, 2008.

DETANDT, S.; BAZAN, A.; SCHRÖDER, E.; OLYFF, G., KAJOSCH, H.; VERBANCK, P.; CAMPANELLA, S. A Smoking-Related Background Helps Moderate Smokers to Focus: an Event-Related Potential Study Using a Go-Nogo Task. **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 10, p. 1872-1885, 2017.

DIELS, C.; HOWARTH, P. A. Frequency Characteristics of Visually Induced Motion Sickness. **Human Factors**, v. 55, n. 3, p. 595-604, 2013.

DORIGUETO, R. S.; KASSE C. A.; SILVA, R.C. Cinetose. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, v.4, n.1, p.51-58, 2012.

DRUMMOND, P. D.; GRANSTON, A. Facial pain increases nausea and headache during motion sickness in migraine sufferers. **Brain**, v. 127, n. 3, p. 526-534, 2004.

FRANÇA, S. R.; BRANCO-BARREIRO, F.C. A. Susceptibilidade à Cinetose no idoso com doença vestibular. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, n.5, v.1, p.30-35, 2013.

FRANÇA, S. R.; PEREZA, M. L. V. D.; SCHARLACHB, R. C. BRANCO-BARREIRO, F. C. A. Susceptibilidade à Cinetose em Escolares. **Rev. Equilíbrio Corporal Saúde**, v.7, n.2, p. 47-50, 2016.

FREITAS, F. S. A. et al. The Inhibitory Control in the Cybersickness and Saccadic Ocular Movement as a Parameter”. **EC Neurology SI**. v. 1, p. 40-42, 2018.

GANANÇA, F. F.; GANANÇA, C. F.; DE ÁVILA PIRES, A. P. B. DUARTE, J. A. Realidade Virtual para o Tratamento da Cinetose: Resultados Preliminares. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, v.6, n.1, p. 3-10, 2014.

GAVGANI, A. M., NESBITT, K. V., BLACKMORE, K. L., & NALIVAIKO, E. Profiling Subjective Symptoms and Autonomic Changes Associated with Cybersickness. **Autonomic Neuroscience**, v. 203, p. 41-50, 2017.

GAVGANI, A. M.; HODGSON, D. M.; NALIVAIKO, E. Effects of Visual Flow Direction on Signs and Symptoms of Cybersickness. **PloS one**, v. 12, n. 8, p. e0182790, 2017.

GAVGANI, Alireza Mazloumi et al. Cybersickness-related changes in brain hemodynamics: A pilot study comparing transcranial Doppler and near-infrared spectroscopy assessments during a virtual ride on a roller coaster. **Physiology & behavior**, v. 191, p. 56-64, 2018.

GOLDING, J.F. Motion Sickness. **Handbook of Clinical Neurology**, v. 137, n. 3, p. 372-390, 2016.

GRUNFELD, E.; GRETTY, M.A. Relationship Between Motion Sickness, Migraine And Menstruation in Crew Members of a “Round The World” Yacht Race. **Brain research bulletin**, v. 47, n. 5, p. 433-436, 1998.

HAN, Jungmin; BAE, Seon Hee; SUK, Hyeon-Jeong. Comparison of Visual Discomfort and Visual Fatigue between Head-Mounted Display and Smartphone. **Electronic Imaging**, v. 2017, n. 14, p. 212-217, 2017.

HARRICHARAN, S.; NICHOLSON, A. A.; DENSMORE, M.; THÉBERGE, J.; MCKINNON, M. C.; NEUFELD, R. W.; LANIUS, R. A. Sensory Overload and Imbalance: Resting-State Vestibular Connectivity in PTSD and its Dissociative Subtype. **Neuropsychologia**, [epub ahead of print], 2017.

HERRMANN, CS; STRÜBER, D; HELFRICH, RF; ENGEL, AK. EEG oscillations: From correlation to causality. *International Journal of Psychophysiology*, 103,12–21, 2016.

HUSTER, RJ; ENRIQUEZ-GEPPERT, S; LAVALLEE, CF; FALKENSTEIN, M; HERRMANN, CS. Electroencephalography of response inhibition tasks: functional networks and cognitive contributions, **Int. J. Psychophysiol**, 87, 217– 233, 2013.

KENNEDY, R. S.; DREXLER, J. M.; COMPTON, D. E.; STANNEY, K. M.; LANHAM, D. S.; HARM, D. L. Configural Scoring of Simulator Sickness, Cybersickness and Space Adaptation Syndrome: Similarities and Differences. *Virtual and Adaptive Environments?NTRS*, v. 247, p. 1-23, 2003.

KENNEDY, R. S.; LANE, N. E.; BERBAUM, K. S.; LILIENTHAL, M. G. Simulator Sickness Questionnaire: an Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. **The International Journal of Aviation Psychology**, v. 3, n. 3, p. 203-220, 1993.

KENNEDY, R. S.; LANHAM, D. S.; DREXLER, J. M.; MASSEY, C. J.; LILIENTHAL, M. G. A Comparison of Cybersickness Incidences, Symptom Profiles, Measurement Techniques,

and Suggestions for Further Research. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 6, p. 638-644, 1997.

KESHAVARZ, B. et al. Comparing simulator sickness in younger and older adults during simulated driving under different multisensory conditions. **Transportation research part F: traffic psychology and behaviour**, v. 54, p. 47-62, 2018.

KESHAVARZ, B.; RIECKE, B. E.; HETTINGER, L. J.; CAMPOS, J. L. Vection and Visually Induced Motion Sickness: How Are They Related?. **Frontiers in Psychology**, v. 6, n. 472, p. 1-11, 2015.

KIM, Y. Y.; KIM, H. J.; KIM, E. N.; KO, H. D.; KIM, H. T. Characteristic Changes in the Physiological Components of Cybersickness. **Psychophysiology**, v. 42, n. 5, p. 616-625, 2005.

KNYAZEV, Gennady G. Antero-posterior EEG spectral power gradient as a correlate of extraversion and behavioral inhibition. *The open neuroimaging journal*, v. 4, p. 114, 2010.

KOSLUCHER, F.; HAALAND, E.; STOFFREGEN, T. A. Sex Differences in Visual Performance and Postural Sway Precede Sex Differences in Visually Induced Motion Sickness. **Experimental brain research**, v. 234, n. 1, p. 313-322, 2016.

LACKNER, James R. Motion sickness: more than nausea and vomiting. **Experimental brain research**, v. 232, n. 8, p. 2493-2510, 2014.

LEE, C.; JONES, T. A. Neuropharmacological Targets for Drug Action in Vestibular Sensory Pathways. **Journal of Audiology & Otology**, v. 21, n. 3, p. 125, 2017.

LEE, Y. J.; LEE, S.; CHANG, M.; KWAK, H. W. Saccadic Movement Deficiencies in Adults with ADHD Tendencies. **ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders**, v. 7, n. 4, p. 271-280, 2015.

LIU, Ran; PELI, Eli; HWANG, Alex D. Measuring visually induced motion sickness using wearable devices. **Electronic Imaging**, v. 2017, n. 14, p. 218-223, 2017.

MAIJ, D. L.; VAN DE WETERING, B. J.; FRANKEN, I. H. Cognitive Control in Young Adults with Cannabis Use Disorder: an Event-Related Brain Potential Study. **Journal of Psychopharmacology**, v. 31, n. 8, p. 1015-1026, 2017.

MALINSKA, M.; ZUZEWICZ, K.; BUGAJSKA, J.; GRABOWSKI A. Heart Rate Variability (HRV) During Virtual Reality Immersion. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)**, v. 21, n.1, p. 47-54, 2015.

MALIŃSKA, Marzena et al. Subiektywne odczucia wskazujące na występowanie choroby symulatorowej i zmęczenie po ekspozycji na rzeczywistość wirtualną. **Medycyna Pracy**, v. 65, n. 3, p. 361-371, 2014.

MEIRELES, A. E.; PEREIRA, L. M. S.; OLIVEIRA, T.G.; CHRISTOFOLETTI, G.; FONSECA, A. L. Alterações Neurológicas Fisiológicas ao Envelhecimento Afetam o Sistema Mantenedor do Equilíbrio. **Rev Neurocienc**, n.18, v.1, p.103-108, 2010.

MOROZETTI, P.G.; GANANÇA, C. F.; CHIARI, B. M. Comparação de Diferentes Protocolos de Reabilitação Vestibular em Pacientes com Disfunções Vestibulares Periféricos. **Soc Bras Fonoaudiol.** v.1, n. 23, p. 44-50, 2011.

MUNAFO, J.; DIEDRICK, M.; STOFFREGEN, T. A. The Virtual Reality Head-Mounted Display Oculus Rift Induces Motion Sickness and Is Sexist in its Effects. **Experimental Brain Research**, v. 235, n. 3, p. 889-901, 2017.

MUNOZ, D. P.; BROUGHTON, J. R.; GOLDRING, J. E.; ARMSTRONG, I. T. Age-Related Performance of Human Subjects on Saccadic Eye Movement Tasks. **Experimental Brain Research**, v. 121, n. 4, p. 391-400, 1998.

NAQVI, S. A. A.; BADRUDDIN, N.; JATOI, M. A.; MALIK, A. S.; HAZABBAH, W.; ABDULLAH, B. EEG Based Time and Frequency Dynamics Analysis of Visually Induced Motion Sickness (VIMS). **Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine**, v. 38, n. 4, p. 721-729, 2015.

PAILLARD AC, Quarck G, Paolino F, Denise P, Paolino M, Golding JF, Ghulyan-Bedikian V. Motion sickness susceptibility in healthy subjects and vestibular patients: effects of gender, age and trait-anxiety. **J Vestib Res.** 23:203–209

PAOLOZZA, A.; MUNOZ, D. P.; BRIEN, D.; REYNOLDS, J. N. Immediate Neural Plasticity Involving Reaction Time in A Saccadic Eye Movement Task is Intact in Children with Fetal Alcohol Spectrum Disorder. **Alcoholism: Clinical and Experimental. Research**, v. 40, n. 11, p. 2351-2358, 2016.

PARK, J. R., LIM, D. W., LEE, S. Y., LEE, H. W., CHOI, M. H.; CHUNG, S. C. Long-Term Study of Simulator Sickness: Differences in EEG Response Due to Individual Sensitivity. **International Journal of Neuroscience**, v. 118, n. 6, p. 857-865, 2008.

PETIT, G., KORNREICH, C., NOËL, X., VERBANCK, P., & CAMPANELLA, S. Alcohol-Related Context Modulates Performance of Social Drinkers in a Visual Go/No-Go Task: A Preliminary Assessment of Event-Related Potentials. **PLoS One**, v. 7, n. 5, p. e37466, 2012.

ROMERO, A. C. L.; HAYASHI, M. S. Y.; KISHI, M. S.; CARDOSO, A. C. V.; FRIZZO, A.CF. Dizziness Handicap Inventory - Em um Grupo de Pacientes Submetidos a Reabilitação Vestibular Personalizada. **Rev. CEFAC.** v.17, n.3, 2015.

SCHMAL F. Neuronal Mechanisms and the Treatment of Motion Sickness. **Pharmacology.** v. 91, n. 3-4, p. 229-241, 2013.

STOFFREGEN, TA; RICCIO, GE. An ecological critique of the sensory conflict theory of motion sickness. **Ecol. Psychol**, 3,159–194, 1991.

SWANN, Nicole C. et al. Intracranial electroencephalography reveals different temporal profiles for dorsal-and ventro-lateral prefrontal cortex in preparing to stop action. **Cerebral Cortex**, v. 23, n. 10, p. 2479-2488, 2013.

TRELEAVEN, Julia et al. Simulator sickness incidence and susceptibility during neck motion-controlled virtual reality tasks. **Virtual Reality**, v. 19, n. 3-4, p. 267-275, 2015.

VELASQUES, B.; BITTENCOURT, J.; DINIZ, C.; TEIXEIRA, S.; BASILE, L. F.; SALLES, J. I.; NARDI, A. E. Changes in saccadic eye movement (SEM) and quantitative EEG parameter in bipolar patients. **Journal of affective disorders**. v. 145, n. 3, p. 378-385, 2013.

VELASQUES, B.; MACHADO, S.; PAES, F.; BITTENCOURT, J.; DOMINGUES, C. A.; BASILE, L. F.; SACK, A. T. Hemispheric Differences Over Frontal Theta-Band Power Discriminate Between Stimulus-Versus Memory-Driven Saccadic Eye Movement. **Neuroscience letters**, v. 504, n. 3, p. 204-208, 2011.

ZHANG, Z., WANG, Q., LIU, X., SONG, P., & YANG, B. Differences in Inhibitory Control Between Impulsive and Premeditated Aggression in Juvenile Inmates. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 11, 2017.

ZHOU, Xin; QI, Xue-Lian; CONSTANTINIDIS, Christos. Distinct roles of the prefrontal and posterior parietal cortices in response inhibition. **Cell reports**, v. 14, n. 12, p. 2765-2773, 2016.

DENNISON, Mark Stephen; D'ZMURA, Michael. Cybersickness without the wobble: Experimental results speak against postural instability theory. **Applied ergonomics**, v. 58, p. 215-223, 2017.

MIYAZAKI, Jungo et al. Inter-hemispheric desynchronization of the human MT+ during visually induced motion sickness. **Experimental brain research**, v. 233, n. 8, p. 2421-2431, 2015.

JI, Jennifer TT; SO, Richard HY; CHEUNG, Raymond TF. Isolating the effects of vection and optokinetic nystagmus on optokinetic rotation-induced motion sickness. **Human factors**, v. 51, n. 5, p. 739-751, 2016.

GUO, Coco CT et al. Correlations between individual susceptibility to visually induced motion sickness and decaying time constant of after-nystagmus. **Applied ergonomics**, v. 63, p. 1-8, 2017.

GOLDING, J. F. Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness. **Brain Research Bulletin. Phoenix**. v. 47, n. 5, p.507–516, 1998.

MEINDERTSMA, T; KLOOSTERMAN, NA; NOLTE, G; ENGEL, AK; DONNER, TH. Multiple Transient Signals in Human Visual Cortex Associated with an Elementary Decision. **Journal of Neuroscience**, 37, 23, 5744-5757, 2017.

SHERMAN, CR. Motion sickness: review of causes and preventive strategies. **Journal of travel medicine**, 9, 5, 251-256, 2002.

SHUPAK, A; GORDON, CR. Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention, and treatment. **Aviation, space, and environmental medicine**, 77, 12, 1213-1223, 2006.

HOYT, RE; LAWSON, BD; MCGEE, HA; STROMPOLIS, ML; MCCLELLAN, MA. Modafinil as a potential motion sickness countermeasure. **Aviation, space, and environmental medicine**, 80, 8, 709-715, 2009.

KESHAVARZ, B; HECHT, H. Pleasant music as a countermeasure against visually induced motion sickness. **Applied ergonomics**, 45, 3, 521-527, 2014.

KESHAVARZ, B; STELZMANN, D; PAILLARD, A; HECHT, H. Visually induced motion sickness can be alleviated by pleasant odors. **Experimental brain research**, 233, 5, 1353-1364, 2015.

KIRYU, Tohru; SO, Richard HY. Sensation of presence and cybersickness in applications of virtual reality for advanced rehabilitation. 2007.

MUNAFO, J.; DIEDRICK, M.; STOFFREGEN, T. A. The Virtual Reality Head-Mounted Display Oculus Rift Induces Motion Sickness and Is Sexist in its Effects. **Experimental Brain Research**, v. 235, n. 3, p. 889-901, 2017.

MACEFIELD, V. G.; WALTON, D. K. Susceptibility to Motion Sickness Is Not Increased Following Spinal Cord Injury. **Journal of Vestibular Research**, v. 25, n. 1, p. 35-39, 2015

GOLDING, J. F. Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness. *Brain Research Bulletin*. Phoenix. v. 47, n. 5, p.507–516, 1998.

BRASS, Marcel; RIGONI, Davide; HAGGARD, Patrick. Intentional inhibition: from motor suppression to self-control. **Neuropsychologia**, v. 65, p. 234-235, 2014.

CAVANAGH, JF; FRANK, MJ. Frontal theta as a mechanism for cognitive control. **Trends CognSci**,18, 414–421, 2014.

BASTOS, VH; CUNHA, M; VEIGA, H; MCDOWELL, K; POMPEU, F; CAGY, M; PIEDADE, R; RIBEIRO P. Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado da datilografia. **Rev. Bras Med Esporte**, 10, 500-504, 2004.

HANSLMAYR, S; GROSS, J; KLIMESCH, W; SHAPIRO, KL. The role of  $\alpha$  oscillations in temporal attention. **Brain Res. Rev.** 67, 331–343, 2011.

JENSEN, O; MAZAHERI, A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition. **Front. Hum. Neurosci.** 4, 186,2010

CHAN, Jason L.; DESOUZA, Joseph FX. The effects of attentional load on saccadic task switching. **Experimental brain research**, v. 227, n. 3, p. 301-309, 2013.

**APÊNDICE**



**Apêndice 1****DADOS PESSOAIS**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Sexo:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**Telefone:** ( ) \_\_\_\_\_

**Usa medicamentos com regularidade? ( ) SIM ( ) NÃO**

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Possui alguma doença neurológica? ( ) SIM ( ) NÃO**

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Possui alguma doença vestibular? ( ) SIM ( ) NÃO**

**Qual?** \_\_\_\_\_

**Tem diminuição da acuidade visual? ( ) SIM ( ) NÃO**

**Qual correção utiliza?**

\_\_\_\_\_

**ANEXOS**

## Anexo 1

**Questionário *Edinburgh inventory*** (versão modificada)

Questionário de Dominância Manual: Este é um questionário para determinar qual lado você usa para realizar as atividades manuais. Nas questões seguintes, marque a letra (D) se você realiza certa atividade com a mão direita; (E) se você realiza com a mão esquerda; e (A) se você realiza facilmente com ambas as mãos. Em todas essas atividades, considere suas mãos vazias quando começar a realizá-las.

	D	E	A
1. Com que mão você gira a maçaneta da porta para abri-la?			
2. Com que mão você arremessa uma bola?			
3. Com que mão você usualmente pega um copo ou caneca, quando vai beber algo?			
4. Com que mão você segura um martelo quando está martelando?			
5. Com que mão você segura a tampa quando está abrindo uma compota?			
6. Com que mão você segura a tesoura quando está cortando algo?			
7. Com que mão você aperta o interruptor da luz na parede?			
8. Com que mão você distribui cartas quando está embaralhando-as?			
9. Com que mão você segura o lenço quando está assoando o nariz?			
10. Com que mão você dá tchau?			
11. Com que mão você joga a moeda para cima para fazer cara ou coroa?			
12. Com que mão você risca um fósforo?			
13. Com que mão você coloca o relógio?			
14. Com que mão você segura a escova de dente?			
15. Com que mão você tira o dinheiro da carteira?			
16. Com que mão você segura a faca para cortar um baguete?			
17. Com que mão você segura a linha para colocá-la na agulha?			
18. Com que mão você segura uma colher quando está mexendo algo em uma panela?			

19. Com que mão você segura o pente para pentear o cabelo?			
20. Com que mão você vira as páginas de um livro?			
21. Com que mão você segura a faca quando está descascando uma batata?			
22. Com que mão você escreve?			
23. Com que mão você usa a borracha no papel?			
24. Com que mão você corta com a faca quando está comendo de garfo e faca?			
25. Com que mão você usa o saleiro?			
26. Com que mão você quica uma bola de basquete no chão?			
27. Qual mão está acima quando você aplaude?			
28. Com que mão você desenha uma figura?			
29. Com que mão você abre uma torneira quando está com as duas mãos livres?			
30. Com que mão você pega uma moeda que está no chão?			
31. Com que mão você usa o apagador em um quadro negro?			
32. Qual a mão que fica em cima quando você usa uma pá?			
33. Com que mão você segura uma raquete de tênis (frescobol/squash/tênis de mesa)?			
34. Com que mão você coloca a chave na fechadura?			

-Você se considera: ( ) Destro ( ) Canhoto ( ) Ambidestro

- Há alguma atividade que não está listada acima que você consistentemente realiza com sua mão dominante, se sim, por favor, explique. Adapted questionnaire from: Hull, C.J. "Study of laterality test items." *J.Exp.Educ.* 4, 287-290, 1998.



<b>Carrossel</b>				
<b>Roda gigante; montanha russa</b>				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

6. Quando **criança (antes dos 12 anos de idade)**, com que frequências você se **sentia mal** ou com **náusea** (marque um “X”)?

	<b>Nunca</b>	<b>Raramen te</b>	<b>As vezes</b>	<b>Frequentement e</b>	<b>Sempre</b>
<b>Carro</b>					
<b>Ônibus</b>					
<b>Trem</b>					
<b>Avião</b>					
<b>Barco pequeno</b>					
<b>Navio ou Ferry Boat</b>					
<b>Balanço</b>					
<b>Carrossel</b>					
<b>Roda gigante; montanha russa</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

7. Quando **criança (antes dos 12 anos de idade)**, com que frequência você **vomitava** (marque um “X”)?

	<b>Nunca</b>	<b>Raramen te</b>	<b>As vezes</b>	<b>Frequentement e</b>	<b>Sempre</b>
<b>Carro</b>					
<b>Ônibus</b>					
<b>Trem</b>					
<b>Avião</b>					
<b>Barco pequeno</b>					
<b>Navio ou Ferry Boat</b>					
<b>Balanço</b>					
<b>Carrossel</b>					
<b>Roda gigante; montanha russa</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

**SESSÃO B: Suas experiências nos últimos 10 anos** (aproximadamente). Para cada um dos tipos de transporte e ambiente, por favor, marque um “X”.

8. Nos **últimos 10 anos**, com que frequência você **viajava** ou experimentava (marque um “X”)?

	<b>Nunca</b>	<b>1 a 4 viagens</b>	<b>5 a 10 viagens</b>	<b>11 ou mais viagens</b>
<b>Carro</b>				
<b>Ônibus</b>				

<b>Trem</b>				
<b>Avião</b>				
<b>Barco pequeno</b>				
<b>Navio ou Ferry Boat</b>				
<b>Balanço</b>				
<b>Carrossel</b>				
<b>Roda gigante; montanha russa</b>				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

9. Nos últimos 10 anos, com que frequência você se sentia mal ou com náusea (marque um “X”)?

	<b>Nunca</b>	<b>1 a 4 viagens</b>	<b>5 a 10 viagens</b>	<b>11 ou mais viagens</b>
<b>Carro</b>				
<b>Ônibus</b>				
<b>Trem</b>				
<b>Avião</b>				
<b>Barco pequeno</b>				
<b>Navio ou Ferry Boat</b>				
<b>Balanço</b>				
<b>Carrossel</b>				
<b>Roda gigante; montanha russa</b>				
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

10. Nos últimos 10 anos, com que frequência você vomitava (marque um “X”)?

	<b>Nunca</b>	<b>Raramente</b>	<b>As vezes</b>	<b>Frequentemente</b>	<b>Sempre</b>
<b>Carro</b>					
<b>Ônibus</b>					
<b>Trem</b>					
<b>Avião</b>					
<b>Barco pequeno</b>					
<b>Navio ou Ferry Boat</b>					
<b>Balanço</b>					
<b>Carrossel</b>					
<b>Roda gigante; montanha russa</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

## Anexo 3

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Questionário Doença do Simulador (SSQ)  
Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)\*\*\*

Instruções: circule o quanto cada sintoma abaixo está lhe afetando agora.

1. Mal estar generalizado	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
2. Cansaço	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
3. Dor de cabeça	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
4. Vista cansada	Nenhum	Ligeira	Moderado	Grave
5. Dificuldade de manter o foco	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
6. Aumento da salivação	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
7. Sudorese	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
8. Náuseas	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
9. Dificuldade de concentração	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
10. Cabeça pesada	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
11. Visão embaçada	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
12. Tontura com os olhos abertos	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
13. Tontura com os olhos fechados	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
14. Vertigem*	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
15. Desconforto abdominal**	Nenhum	Ligeiro	Moderado	Grave
16. Arroto	Ausente	Leve	Moderado	Grave

Vertigem\* é experimentada como perda de orientação em relação ao posicionamento vertical.

Desconforto no estômago\*\* indica uma sensação de desconforto menor que a náusea.



## Anexo 4

**Escala Analógica Visual de enjôo**