



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

MARIA GABRIELA CARDOSO TELES MONTEIRO

**ESTÍMULO VIRTUAL COM ALTERAÇÕES DE VELOCIDADE MODIFICA O
DESEMPENHO NA ESTIMATIVA DO TEMPO E ALTERA A ASSIMETRIA NA
BANDA TETA DO CÓRTEX FRONTAL E TEMPORAL**

PARNAÍBA – PI
SETEMBRO – 2018

MARIA GABRIELA CARDOSO TELES MONTEIRO

**ESTÍMULO VIRTUAL COM ALTERAÇÕES DE VELOCIDADE MODIFICA O
DESEMPENHO NA ESTIMATIVA DO TEMPO E ALTERA A ASSIMETRIA NA
BANDA TETA DO CÓRTEX FRONTAL E TEMPORAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Reis Velloso, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biomédicas, sob orientação do Prof. Dr. Victor Hugo do Vale Bastos.

Área de concentração: Novas tecnologias e metodologias de diagnóstico e tratamento.

PARNAÍBA – PI
SETEMBRO – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial Prof. Cândido Athayde – Campus Parnaíba
Serviço de Processamento Técnico

M775e Monteiro, Maria Gabriela Cardoso Teles.

Estímulo virtual com alterações de velocidade modifica o desempenho na estimativa do tempo e altera a assimetria na banda teta do córtex frontal e temporal [manuscrito] / Maria Gabriela Cardoso Teles Monteiro. – 2018. 79 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.

1. Eletroencefalografia. 2. Percepção do Tempo. 3. Realidade Virtual. Teste de *Stroop*. Ritmo Teta. I. Título.

CDD: 610

MARIA GABRIELA CARDOSO TELES MONTEIRO

**ESTÍMULO VIRTUAL COM ALTERAÇÕES DE VELOCIDADE MODIFICA O
DESEMPENHO NA ESTIMATIVA DO TEMPO E ALTERA A ASSIMETRIA NA
BANDA TETA DO CÓRTEX FRONTAL E TEMPORAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Reis Velloso, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biomédicas, sob orientação do Prof. Dr. Victor Hugo do Vale Bastos.

Área de concentração: Novas tecnologias e metodologias de diagnóstico e tratamento.

APROVADA EM: 26/09/2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Victor Hugo do Vale Bastos

Universidade Federal do Piauí – Campus Ministro Reis Velloso (Orientador e
Presidente da Banca)



Prof. Dr. Silmar Silva Teixeira

Universidade Federal do Piauí – Campus Ministro Reis Velloso (Coorientador e
Membro Interno ao Programa)



Prof. Dra. Juliana Bittencourt Marques

Universidade Federal do Rio de Janeiro – (Membro Externo ao Programa)

PARNAÍBA – PI

SETEMBRO – 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo à Deus, que foi minha força e guia dos meus passos e decisões em mais esta etapa da minha vida.

Aos meus pais José Carlos e Regina e à minha família, por sempre me darem apoio, por serem minha base em todos os momentos, além de não medirem esforços para que eu consiga atingir meus objetivos e sonhos. E aos meus amigos, que compreenderam os vários momentos em que precisei ser ausente e abdicar de muitas coisas para me dedicar no constante processo de crescimento profissional.

Aos meus colegas de laboratório (LAMCEF e NITLAB), da qual posso chamar de minha segunda família e segunda casa, onde juntos dividimos muitos dias, tardes, noites. Sem o apoio e ajuda solidária desta equipe, certamente eu não teria evoluído tão significativamente. A jornada se tornou mais leve com a amizade e os laços criados. Um dos principais resultados significativos que levarei com a conclusão do mestrado, sem dúvidas serão as amizades que firmei, que me fizeram crescer muito, enxergando o outro sempre como um parceiro de trabalho, nunca como um concorrente.

A minha parceira de pesquisa e estudos, Diandra Martins, por toda a parceria e confiança que construímos nesses 2 anos do Programa, sua amizade foi essencial para a conclusão dessa etapa.

Ao meu orientador, professor Victor Hugo, por toda a orientação, apoio, confiança e paciência com meus áudios de 5 minutos tirando dúvidas e pedindo opiniões da pesquisa. Ao professor Silmar Teixeira, também pela paciência com minhas inúmeras perguntas sobre estatística, e sua disponibilidade em orientar sempre. Vocês foram essenciais e fundamentais, direta ou indiretamente para o meu amadurecimento profissional desde a minha entrada ao Programa. Serei eternamente grata. A professora Juliana Bittencourt, por sua atenção e todo o seu cuidado durante suas orientações, é uma honra tê-la como membro de minha banca examinadora.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz” (Bill Gates).

RESUMO

A capacidade de um indivíduo em perceber o tempo é subjetiva e desenvolvida com suas experiências e o meio em que vive, entretanto, são observadas regiões que integram e codificam estas informações. A percepção do tempo (PT) pode ser influenciada por fatores biopsicossociais como emoção, memória, atenção, além de estímulos visuais dinâmicos. Neste contexto, a realidade virtual (RV) surge como uma ferramenta que desperta o treino dessa habilidade cognitiva. Embora as associações entre PT e RV sejam conhecidas, as repercussões eletrofisiológicas são ainda obscuras. O objetivo deste estudo foi investigar o desempenho, as modificações eletrofisiológicas e o comportamento da atenção de indivíduos submetidos a RV não-imersiva com alterações na velocidade do estímulo, durante a realização de uma tarefa de estimativa do tempo. A pesquisa consistiu em um procedimento *crossover*, que ocorreu em quatro dias consecutivos com 21 voluntários, na qual todos participaram das condições de velocidade (original, *slow*, *fast*). O eletroencefalograma foi utilizado para a captação da atividade da assimetria da banda teta durante realização da tarefa. Além disso, houve avaliação do teste de atenção *Stroop*, sem a captação. Os resultados refletiram a influência das três velocidades em diferentes momentos, com pior desempenho evidenciado pelo maior número de erros encontrado na condição original e após o estímulo virtual ($p < 0,05$), além disso foi evidenciado aumento da atividade de assimetria da banda teta nos córtex frontal e temporal ($p < 0,05$), principalmente após RV com predominância hemisférica esquerda. Os diferentes padrões de ativação e predominância não foram oriundos exclusivamente do efeito do estímulo virtual.

Palavras-chave: Eletroencefalografia, Percepção do tempo, Realidade virtual, Teste de *Stroop*, Ritmo Teta.

ABSTRACT

The capacity to perceive time is subjective and developed by the individuals experiences and surroundings. However, regions that integrate and encode these data are observed. Time perception (TP) may be influenced by biopsychosocial factors, such as emotion, memory, attention and dynamic visual stimuli. In this context, virtual reality (VR) emerges as a tool that stimulates the training of this cognitive ability. Although associations between TP and VR are known, its electrophysiological repercussions are still obscure. The objective of this study was to investigate the performance, the electrophysiological modifications and the attention behaviour of individuals submitted to non-immersive VR, with stimulus speed alterations, during the accomplishment of a time estimation task. The research consisted of a crossover procedure, which occurred in four consecutive days, with 21 volunteers. All the volunteers were exposed to different speed conditions (original, slow and fast). The electroencephalogram was used to capture the activity of theta band asymmetry during the task. Moreover, the evaluation of Stroop attention test was carried out, without capture. The results reflected the influence of the three different speeds in different moments, where the worst performance was evidenced by the greater number of errors found in the original condition and after the virtual stimulus ($p < 0.05$). Besides, an increase in the activity of theta band asymmetry on the frontal and temporal cortices ($p < 0.05$) was highlighted, mainly after the VR and with left hemispheric predominance. Different patterns of activation and predominance were not exclusively originated by the virtual stimulus.

Key words: Electroencephalography, Time perception, Virtual reality, Stroop test, Theta rhythm.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Etapas do Teste de <i>Stroop</i> Computadorizado.....	21
Figura 2. Representação do Sistema Internacional Padrão 10-20.....	25
Figura 3. Procedimento Experimental.....	37
Figura 4. Representação da Tarefa de Estimativa do Tempo	37
Figura 5. Ilustração do estímulo virtual que é reproduzido pelos óculos de realidade virtual.....	39
Figura 6. Desempenho dos participantes na tarefa de estimativa do tempo....	42
Figura 7. Julgamento dos participantes na tarefa de estimativa do tempo.....	44
Figura 8. Interações do erro relativo entre condições e momentos - 7 segundos.....	45
Figura 9. Comportamento da Assimetria da Banda Teta no intervalo de 1s.....	48
Figura 10. Comportamento da Assimetria da Banda Teta no intervalo de 4s e 9s.....	48
Figura 11. Comportamento da Assimetria da Banda Teta no intervalo de 7s.....	49

SIGLAS E ABREVIATURAS

PT – Percepção do Tempo

RV – Realidade Virtual

EEG – Eletroencefalograma

AVE – Acidade Vascular Encefálico

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

MMSE - *Mini Mental State Examination*

MEM – Mini Exame do Estado Mental

η^2p – Eta Parcial ao quadrado

SPSS - Statistical Product and Service Solutions

CPFDL - Córtex Pré-Frontal Dorsolateral

CPFVL - Córtex Pré-Frontal Ventrolateral

CPP - Córtex Parietal Posterior

CTA - Córtex Temporal Anterior

CTP - Córtex Temporal Posterior

CO - Córtex Occipital

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Hipóteses	14

CAPÍTULO II

2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Percepção do Tempo: da teoria aos mecanismos de investigação.....	15
2.1.1 Atenção e velocidade como fator modulador da percepção temporal..	18
2.1.2 Método de avaliação da atenção – Teste de <i>Stroop</i>	20
2.2 A Realidade Virtual e a aplicabilidade dos ambientes virtuais.....	21
2.2.1 Características da Realidade Virtual	23
2.3 Eletroencefalograma	24
2.3.1 Bandas de frequência da Eletroencefalografia.....	26
2.3.1.1 Banda Teta.....	26
2.3.2 Variáveis da Eletroencefalografia.....	27
2.3.2.1 Assimetria.....	27

CAPÍTULO III

3 PRODUÇÃO CIENTÍFICA	29
3.1 Artigo em Português.....	29

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
---	-----------

APÊNDICE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	73
--	-----------

ANEXO I.....
---------------------	--------------

ANEXO II.....
----------------------	--------------

ANEXO III.....
-----------------------	--------------

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A capacidade do indivíduo para compreender e estimar a passagem do tempo é fundamental para processos cognitivos e intelectuais (GROMMET et al., 2011), além de exercer influência na relação dos seres humanos com o meio em que vivem (LUCAS et al., 2013). Por exemplo, tomar decisões cotidianas ou mesmo prever ações futuras a serem realizadas. Além disso, atua de forma essencial como uma espécie de orientação no universo nas suas relações sociais (BLOCK e GRUBER, 2014). A percepção do tempo (PT) ocorre de forma subjetiva e relativa para cada pessoa, e pode ser modificada por fatores biopsicossociais como emoção, memória e atenção, decorrentes do meio em que o indivíduo esteja inserido (ALLMAN e MECK, 2012).

Ainda não foram descritos detalhadamente, quais órgãos ou estruturas são especializadas para caracterizar a capacidade de perceber o tempo. A PT é desenvolvida com as próprias experiências, entretanto, são observadas regiões que integram e codificam as informações (MAES et al., 2014; MAGALHÃES, 2016). Entre as regiões integradoras, ao tocante do armazenamento de memórias a curto e longo prazo e ao processamento de informações, o córtex frontal e parietal tem sido frequentemente associado à PT (GENOVESIO et al., 2009; CHARLES et al., 2004). O córtex parietal possui relação anatômico-funcional com o córtex frontal, especificamente ao pré-frontal dorsolateral e ao temporal, que juntos participam no controle de uma ação e de localização espacial (GOTTLIEB, 2007 e VINGERHOETS, 2014). Além disso, o córtex parietal posterior, é fundamental na integração e processamento de informações sensoriais (HUSAIN e NACHEV, 2007; BUETI e WALSH, 2009), atuando em uma variedade de funções cognitivas (TEIXEIRA et al., 2014). O córtex pré-frontal de forma geral tem importante influência nos processos relacionados com a atenção. Shallice e Burgess (1996) aponta que, o córtex pré-frontal funciona como sede de um sistema supervisonal de atenção que se comunica com outras redes neurais ou para permitir que lidemos com situações novas.

Sendo a atenção uma considerável influenciadora do julgamento temporal nos seres humanos, pesquisas verificando a relação entre atenção e o tempo, tem ganho notoriedade de pesquisadores. Têm-se verificado que o desempenho de interpretar um intervalo de tempo é altamente sensível à atenção (POLTI et al., 2018). Nesse contexto, existem fatores que podem dispersar ou concentrar a atenção ao evento. Dentre eles, os estímulos visuais, auditivos (BERRY et al., 2014), distâncias e mudanças de velocidade que podem influenciar no julgamento temporal (KASHIWAKURA e MOTOYOSHI, 2017).

Diferentes tarefas foram desenvolvidas para se trabalhar com a PT, dentre elas, as tarefas desenvolvidas para estimar o tempo (FRAISSE, 1984), onde há um julgamento temporal de duração de um dado evento (MERCHANT et al., 2013). Novas tarefas têm sido moldadas associando às características previamente conceituadas aos fatores moduladores da atenção conhecidos, como os estímulos visuais, de velocidade, dentre outros. Neste cenário, a Realidade Virtual (RV) pode ser apresentada como uma alternativa passível de modificações do estímulo, por meio do ambiente virtual, visto que constitui-se de uma interface que permite o usuário interagir por meio de múltiplos canais sensoriais, em tempo real, com ambientes e/ou atividades simuladas por um computador (SANTOS et al., 2016). A escolha da RV como recurso para intervenção apresenta crescente uso em diversas áreas, sobretudo na saúde, no campo da reabilitação física e neurológica (SILVA e MARCHESE, 2015; SANTANA et al., 2015; PAVÃO et al., 2013). Investigações recentes têm associado estímulos visuais com modificações na velocidade do estímulo à PT ao nível comportamental (KASHIWAKURA e MOTOYOSHI, 2017; NYMAN et al., 2017). Não está, entretanto, elucidado na literatura, como repercutem eletrofisiologicamente as áreas envolvidas na integração do processamento temporal.

A investigação destas repercussões pode ser realizada por meio do Eletroencefalograma (EEG), ferramenta comumente utilizada para o registro da atividade elétrica de neurônios e suas conexões entre as áreas do córtex cerebral, em várias situações funcionais e/ou comportamentais (CARVALHO et al., 2013). Diante disto, a investigação da banda teta do EEG, complementa o interesse deste estudo, visto que, esta é uma banda de frequência associada ao processamento cognitivo, com a codificação de estímulos e mecanismos de

atenção (VELASQUES et al., 2007), processos estes, também associados à PT e aos estímulos influenciadores da RV. Assim, hipotetiza-se que há maior predominância das áreas corticais representativas da PT, além de regiões relacionados ao processamento de estímulos visuais e espaciais. O objetivo desse estudo foi investigar o desempenho, as modificações eletrofisiológicas e o comportamento da atenção de indivíduos submetidos a RV não-imersiva com alterações na velocidade do estímulo, durante a realização de uma tarefa de percepção do tempo.

1.1 Justificativa

São conhecidas as influências visuais e auditivas como relevantes moduladores para desenvolver a habilidade da percepção temporal e além destas, também a atenção, ao se avaliar questões comportamentais. Mas, ainda continua obscuro compreender como as áreas do córtex cerebral comportam-se diante destes estímulos, quando associados a percepção do tempo. Analisar o comportamento da temporização por meio da análise do córtex cerebral de um indivíduo, utilizando uma ferramenta que manipule o estímulo recebido, como por exemplo sua velocidade, pode produzir uma nova perspectiva de avaliar tarefas de percepção do tempo, além de fornecer uma exequível compreensão do comportamento do indivíduo quando exposto a alguma situação de risco provocada pelo ambiente inserido.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral:

Averiguar o desempenho e as modificações eletrofisiológicas de indivíduos submetidos a realidade virtual não-imersiva com alterações na velocidade do estímulo, durante a realização de uma tarefa de estimativa do tempo.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Investigar modificações corticais, por meio da assimetria da banda teta dos participantes submetidos a um estímulo virtual não-imersivo com mudanças de velocidade, durante uma tarefa de estimativa do tempo;

- Identificar a predominância hemisférica após a aplicação do estímulo virtual não-imersivo com mudanças de velocidade, durante uma tarefa de estimativa do tempo;

- Analisar o desempenho por meio de modificações do erro absoluto e erro relativo na tarefa de estimativa de tempo antes e após o estímulo virtual não-imersivo com mudanças de velocidade;

- Verificar se a estimativa de tempo e o estímulo virtual não-imersivo com mudanças de velocidade promovem alterações na atenção do participante, por meio da análise do Teste de *Stroop*.

1.3 Hipóteses

- O uso da realidade virtual não-imersiva, por meio de um vídeo com mudanças de velocidade altera a atividade da variável assimetria da banda teta nas áreas corticais representativas da percepção do tempo, além de regiões relacionados ao processamento de estímulos visuais e espaciais;

- O uso da realidade virtual não-imersiva, por meio de um vídeo com mudanças de velocidade modifica o desempenho comportamental do indivíduo, por meio da análise do erro absoluto e relativo da tarefa de estimativa de tempo, causando uma diminuição desse desempenho;

- O uso da realidade virtual não-imersiva, por meio de um vídeo com mudanças de velocidade altera o desempenho atencional do indivíduo, mediante a tarefa estimativa do tempo.

CAPÍTULO II

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Percepção do Tempo: da teoria aos mecanismos de investigação

As tomadas de decisão de um indivíduo, são frutos de uma complexa rede de informações que vão desde o armazenamento prévio de seus conhecimentos até seu comportamento diante de determinada situação, influenciada pelo ambiente em que está inserido. Ela está relacionada como uma função adaptativa que envolve vários componentes cerebrais que nos permitem prever, antecipar e responder com eficiência a eventos futuros (COULL et al., 2010). O entendimento desta relação leva-nos à compreensão de alguns processos, como quando agimos diante de determinadas situações, para tomar decisões em executar uma ação motora ou mesmo julgar a duração de um intervalo de tempo (ROCHA et al., 2018).

Não foram descritos órgãos nem áreas específicas que avaliem exclusivamente a contagem ou a passagem do tempo ou mesmo uma rede neural específica. O que é conhecido, é que algumas regiões do cérebro são associadas ao sentido da percepção e interpretação de informações temporais, como os córtex frontal e o parietal posterior, os núcleos da base, o cerebelo e o hipocampo, conhecidos como atuantes para receber, associar e interpretar informações em frações de milissegundos, segundos e minutos (MAGALHÃES et al., 2016; BUHUSI E MECK, 2005; TEKI et al., 2011).

Estudos apontam que os intervalos de tempo relacionados a milissegundos participam do controle motor de uma ação e na produção da fala (BURR e MORRONE, 2006) e que intervalos de tempo de segundos a minutos desempenham ação nas tomadas de decisão (GUPTA, 2014). Devido a esta notável característica da participação e predominância de áreas corticais e subcorticais, os aspectos envolvidos em algumas doenças neuropsiquiátricas vêm despertando interesse de pesquisadores, devido a influência da PT. Um exemplo, ocorre na Doença de Parkinson, onde o conjunto de sintomas

decorrentes gera uma série de deficiências físicas, motoras, psicológicas e intelectuais que comprometem a capacidade de realizar atividades de vida diária, como fazer simples julgamentos temporais (SCHRAG et al., 2000; JAHANSHAHI et al., 2010).

A forma como o cérebro humano codifica e organiza informações para gerar uma resposta temporal, entretanto, ainda é pouco compreendida. Para isto, várias teorias já foram desenvolvidas para gerar uma melhor compreensão acerca dos mecanismos que envolvem a percepção do tempo. Os cinco sentidos, por exemplo, estão relacionados com a percepção do meio interno e externo e esses canais sensoriais atuam de forma integral com processos cognitivos e as influências ambientais (FONTES et al., 2016).

Diferentes modelos de percepção do tempo têm sido postulados em torno de teorias distintas. A mais conhecida é a Teoria da Expectativa Escalar, a qual suporta a ideia de que possuímos “relógios internos” que utilizam contextos temporais para julgar a duração de um evento (BUHUSI e MECK, 2009; LUCAS et al., 2013). Nesta, o processamento temporal requer a participação conjunta de três redes distintas de sistemas neurais; onde a primeira baseia-se a um "núcleo temporizador" ou uma espécie de cronômetro, a segunda a um sistema executivo que processa a duração do estímulo armazenando na memória, e a terceira é um sistema associativo para contextualizar a duração dos estímulos e consequentemente influenciar nas tomadas de decisões (MECK et al., 2008; GIBBON et al., 1984; MATELL E MECK, 2000).

A Teoria da Expectativa Escalar, descrita por Gibbon et al. (1997) é amplamente fundamentada e utilizada nas pesquisas atuais, como uma das mais aceitas, que postula fazendo essa analogia das redes neurais à existência de um “marcapasso” interno que é responsável pela recepção e produção de pulsos para estimar o tempo. Detalhadamente, é como se diferentes informações relacionadas ao tempo fossem recebidas e codificadas pelo Sistema Nervoso Central, por meio deste marcapasso e posteriormente armazenadas dentro de uma espécie de “acumulador” que quantifica os pulsos recebidos. Este acumulador é controlado pelo “interruptor” que é sensível e modulado pela atenção (DROIT-VOLET, 2013). Ou seja, quando a atenção está voltada para o estímulo que está sendo temporizado, o interruptor é quem media essa ação, fechando-se para a passagem de informações ou pulsos relacionados ao tempo,

do receptor, que é o marcapasso, para o acumulador (KORNBROT et al., 2013). Assim, a duração de pulsos ou do sinal ou mesmo do estímulo quantificado por este acumulador, que foi mediada pela atenção por intermédio do interruptor, ou o conteúdo armazenado é transferido para a memória de longo prazo do indivíduo (LUCAS et al., 2013). É desta forma que, explica-se como o tempo pode ser julgado ou estimado, diretamente proporcional a quantidade de pulsos que foram acumulados no intervalo de tempo em que a atenção estava sendo voltada ao estímulo, sendo mediada pelo interruptor (KANEKO e MURAKAMI, 2009). Assim, o acumulador compara os pulsos armazenados com a memória de trabalho ou memória de longo prazo para as tomadas de decisão, ou a estimação do tempo (JOZEFOWIEZ et al., 2014).

Estimar o tempo é apenas uma das possibilidades de investigar a passagem do tempo. Além desta, são conhecidos outros métodos de avaliar e trabalhar com a PT, como a comparação, produção e a reprodução (GRONDIN, 2008, 2010; ZAKAY, 1990). Nas tarefas de comparação, os participantes são orientados a comparar durações relativas de dois intervalos que são apresentados sequencialmente, seguindo um padrão e então diferenciar entre seus períodos de tempo (por exemplo, qual era mais longo ou mais curto, ou era o segundo intervalo mais curto ou mais longo do que o primeiro). Já nas tarefas de produção de tempo, os participantes são instruídos a produzir um intervalo temporal equivalente a uma duração preliminarmente indicada, ou seja, traduzir uma duração objetivamente rotulada para uma duração experimentada subjetivamente (MIONI et al., 2014).

Nas tarefas de estimativa, os participantes conhecem a duração desejada e, em seguida, são orientados a traduzir a duração conhecida (duração subjetiva) em unidades cronométricas (duração objetiva). Quando o tempo é estimado no intervalo de milissegundos é considerado automático e comumente associado ao sistema motor, enquanto o tempo estimado no intervalo de segundos a minutos é considerado controlado pela cognição (LEWIS e MIAL, 2006; IVRY e SPENCER, 2004). As tarefas de produção de tempo e estimativa são adequadas para investigar diferenças individuais na taxa de velocidade do “relógio interno” (ZAKAY, 1990). Apesar do desenvolvimento de tarefas a partir do conhecimento teórico, até o momento, estes não fornecem justificativa para a seleção da tarefa

específica usada na investigação, sendo utilizado o critério metodológico que melhor se enquadra ao estudo.

2.1.1 Atenção e velocidade como fator modulador da percepção temporal

As relações ambientais e os processos cognitivos influenciam na percepção subjetiva do tempo, na atenção e na memória e outros estados emocionais além de intervir na experiência de duração dos eventos (WITTMAN E PAULUS, 2007; FONTES et al., 2016). Situações que envolvem maior consciência temporal, como o tédio, a impaciência e a antecipação, muitas vezes parecem produzir uma espécie de alongamento (ou desaceleração) do tempo, onde o tempo parece arrastar-se lentamente. Em contraste, quando alguém está envolvido em alguma atividade, a consciência temporal torna-se minimizada e a duração percebida torna-se encurtada (BROWN, 1985). Assim, a atenção e as distorções do tempo estão associadas a doenças neuropsiquiátricas. Estudos que avaliaram o papel da atenção na PT em jovens, idosos e pacientes com a doença de Alzheimer, mostraram um pior desempenho de idosos e pacientes com a doença, em relação aos jovens, que parece corresponder a uma deficiência atencional ou dificuldade em focar a atenção (EL HAJ e KAPOGIANNIS, 2016; CAMPANHA, 2009).

Além da atenção, a velocidade também parece exercer influência sobre a PT. A partir desta premissa, um dos fatores amplamente relatados como influenciador da estimativa de duração do tempo é a quantidade de mudanças contidas no próprio evento-alvo (FRAISSE 1963; POYNTER, 1989; BROWN, 1995; KANAI et al., 2006; EAGLEMAN, 2008; KANEKO e MURAKAMI, 2009). Apesar de algumas discrepâncias serem encontradas no tocante ao assunto devido suas diferentes metodologias, o estudo de Kashiwakura e Motoyoshi 2017, denota que o movimento de um estímulo aumenta o tempo percebido. Estas diferenças de métodos correspondem aos diferentes tipos de estímulos visuais e/ou auditivos, e variância nas velocidades adotadas nos desenhos de estudo.

Diversos estudos mostraram que os estímulos que contêm mais mudanças são percebidos como mais duradouros do que estímulos contendo

menos mudanças (BROWN, 1995; KANAI et al., 2006; KANEKO e MURAKAMI, 2009). Além disso, as mudanças de estímulo que podem provocar essa dilatação do tempo incluem as mudanças na velocidade (YAMAMOTO e MIURA, 2012), frequência temporal (KANAI et al., 2006) e distância aparente (GOREA e HAU, 2013).

Um aumento na duração percebida dos objetos móveis seria também consistente com o modelo de tamanho de armazenamento, se assumir que os estímulos em movimento são mais complexos do que os estímulos estáticos e, portanto, exigem maior espaço de armazenamento na memória (BROWN, 1995). Por exemplo, o modelo clássico de “relógio interno” sugere-se que a duração percebida de um estímulo é resultante da acumulação de pulsos gerados por um marcapasso, ou seja, um estímulo que sofre mais mudanças acelera a taxa de ação do marcapasso e, portanto, é percebido como mais duradouro (KASHIWAKURA e MOTOYOSHI, 2017).

Tem sido proposto que, menores recursos atencionais alocados ao tempo, maior o acúmulo de “pulsos” temporais ao longo da duração do estímulo pode ser comprometida. A alocação de atenção ao tempo pode ser controlada implicitamente, modificando a dificuldade da tarefa secundária, ou explicitamente, por instrução prévia para atender às características do estímulo temporais versus não temporais (BROWN, 1997). A atenção voltada aos estímulos visuais, de cor, velocidade, ou localização, aumentam a sensibilidade comportamental na discriminação de alterações nessas características e aumenta a atividade neural nas regiões cerebrais especializadas para o processamento desse recurso (COULL, 2004).

Investigar melhor a atenção, e como ela se comporta e é influenciada é relevante, entre outras razões, devido à ocorrência generalizada de deficiências de atenção em uma variedade de condições clínicas como o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, etc. A avaliação neuropsicológica tradicional da atenção inclui os chamados testes de vigilância, que tipicamente envolvem apresentações de estímulos sequenciais, contendo letras ou números ao longo de um período de tempo, e o indivíduo deve indicar de alguma forma quando um determinado estímulo é percebido. Os formatos de avaliação como o do *Stroop Test* podem ser usados para detectar problemas

com atenção sustentada; os indivíduos com deficiências em atenção sustentada diminuem a velocidade de resposta à medida que prosseguem (*STROOP*, 1935).

Uma relevância clínica foi demonstrada por meio de um estudo piloto a viabilidade na associação de testes cognitivos como o de *Stroop*, com a aplicação da RV. Os resultados demonstraram que um programa de reabilitação cognitiva utilizando a RV e terapia psicológica integrada podem ser uma metodologia significativa de recurso e intervenção na promoção de competências cognitivas em pessoas com deficiências psiquiátricas (MARQUES et al., 2008).

2.1.2 Método de avaliação da atenção – Teste de *Stroop*

O teste cor-palavra-cor ou teste de *Stroop* é um instrumento neuropsicológico largamente utilizado para a avaliação do sistema de atenção que regula a capacidade inibitória de respostas automáticas. No contexto das investigações neuropsicológicas, existem diversas versões para o teste de *Stroop*. Entre as principais variantes, destacam-se os testes computadorizados. De fato, a introdução de testes computadorizados em pesquisas e práticas clínicas tem proporcionado diversas vantagens. Por exemplo, para a análise temporal de eventos relacionados ao processamento da atenção visual é fundamental o registro das medidas com precisão de milissegundos (CÓRDOVA et al., 2008).

A execução do teste computadorizado - *TESTINPACS*®, é dividida em 3 diferentes etapas. No *Stroop* 1, retângulos (2,0 cm x 2,5 cm) nas cores verde, azul, preto e vermelho são apresentados, individualmente, no centro do monitor. Nos cantos inferiores do monitor, as respostas em correspondência ou não à cor do retângulo são exibidas até que o participante responda à tentativa, pressionando as teclas (←) ou (→) de um teclado padrão. Na segunda etapa, *Stroop* 2, tanto os estímulos quanto as respostas são exibidos na condição de palavras, sempre em cor branca. Nesta etapa, o acerto é computado quando ocorre a coincidência de estímulo e resposta. Por último, *Stroop* 3, o nome de uma das quatro cores é exibido em cor incompatível. Nessa etapa, o participante submetido ao teste é instruído a pressionar a tecla correspondente à cor das

letras e a inibir a resposta para a identidade da palavra formada, conforme pode ser verificado na figura 1. Em todas as etapas, os estímulos são apresentados de modo aleatório (12 tentativas/etapa) e o tempo é registrado em milissegundos (BARBOSA et al., 2010).



Figura 1. Etapas do Teste de *Stroop*. Fonte: TESTINPACS - Teste de *Stroop* computadorizado

O teste de *Stroop* computadorizado – *Testinpacs* é um instrumento útil para investigações e avaliação do processamento de atenção seletiva, além de observar o controle intencional ou voluntário do comportamento (CÓRDOVA et al., 2008; BARBOSA et al., 2010). A introdução de testes computadorizados na prática neuropsicológica tem trazido inúmeras vantagens, uma delas é uma maior precisão da mensuração do tempo de reação do examinando. O tempo de reação é o tempo que o sujeito leva para responder ao estímulo apresentado e é uma medida fundamental para avaliação de atenção (DUCHESNE e MATTOS, 1997).

2.2 A Realidade Virtual e a aplicabilidade dos ambientes virtuais

A compreensão da atenção como potencial influenciadora no processamento subjetivo do tempo está bem descrita na literatura, bem como os seus estímulos moduladores, como as mudanças de velocidade, estímulos visuais ou auditivos. A partir desta concepção, novas formas ou sistemas de avaliação são desenvolvidas com o objetivo de fornecer feedbacks visuais, auditivos e táteis que podem motivar os pacientes, estabelecer uma sensação de presença no mundo virtual e possibilita a medição de desempenho e

treinamento personalizado (SU-YI H et al., 2016), o maior exemplo em ascensão, é a RV junto às tecnologias relacionadas a exibição em 3D (ROLIN, et al., 2018).

Os sistemas de RV podem ser equipados para produzir uma simulação em tempo real, funções interativas e características como as de um jogo para permitir tarefas de adaptação (WHITNEY et al., 2006). É uma interface que expõe o usuário a diversos canais sensoriais, em tempo real, com ambientes e/ou atividades simuladas por um computador, relacionando atividades correlatas à função motora, equilíbrio, marcha e coordenação (DOS SANTOS et al., 2016).

Diante disso, estudos tomaram como interesse a investigação das mais variadas formas de influências da RV a níveis comportamentais e neuropsicológicos, devido sua característica motivacional pelos aspectos visuais, auditivos e atencionais, sendo então considerada como uma ferramenta atraente para melhorar a adesão a treinamentos cognitivos (MANERA et al., 2016). O treinamento cognitivo baseado em tarefas e exercícios informatizados teve um desenvolvimento promissor para envolver participantes em atividades mentais estruturadas e aprimorar suas funções cognitivas, especialmente se incorporadas ao aspecto motivacional (ROBERT et al., 2014).

Ressalta-se que a RV possui um histórico de treinamento militar, simulações de entretenimento, treinamento em conscientização espacial e recentemente como uma intervenção terapêutica para fobias e treinamento de habilidades motoras complexas, existindo vários sistemas vendidos comercialmente (MERIANS et al., 2006). Ademais, a maioria dos jogos adaptados para a RV, foram idealizados para entretenimento, e que em sua maioria, são utilizados como tal e não com objetivos terapêuticos (SANTOS et al., 2016). A ascensão, entretanto, em termos de reabilitação, tomou notoriedade com o desenvolvimento de jogos cognitivos que, são considerados interessantes motivadores por pacientes com Doença de Alzheimer, por exemplo ou com algum tipo de comprometimento cognitivo, demonstrando atuar na melhora de uma série de funções cognitivas nesses pacientes, como atenção e memória e habilidades visuo-espaciais (MANERA et al., 2016), além de incentivar continuidade de tratamento e ganhos substanciais por meio do interesse, motivação e diversão com o auxílio dos feedbacks visuais e auditivos que a RV pode promover ao atuar na concentração (HASHIMOTO et al., 2010). Outro

exemplo, já postulado, são os efeitos de suas aplicações, na melhora do equilíbrio dinâmico de pacientes com Acidente Vascular Encefálico (AVE) (YOM et al., 2015).

A partir destas premissas, os jogos baseados na RV foram colocados como um mecanismo inovador para a avaliação neuropsicológica, apresentando um potencial devido as características de simular as demandas de vida, além de fornecer uma representação e controle de estímulos perceptuais dinâmicos (RODRÍGUEZ et al., 2012). A navegação espacial por meio dos ambientes virtuais, suscitam interesse e tem sido objeto de muitas pesquisas por causa de seu particular papel integrativo na vinculação de funções nas áreas de neurofisiologia, aprendizagem, memória e cognição. O uso clínico e avaliativo dos ambientes virtuais entrou em cenário como uma alternativa mais atrativa e que despertam maior interesse para os então conhecidos testes em “lápiz-papel”, pois além de permitir trabalhar dentro da simulação de um ambiente real, permite analisar a influência de diferentes componentes criados em performances de navegação espacial. Assim, as pistas ambientais são usadas como pistas sensoriais do tipo “de baixo para cima” ou “de cima para baixo” e fornecem espaços para investigação, onde o uso da RV tem muito para contribuir (COGNÉ et al., 2016).

2.2.1 Características da Realidade Virtual

A classificação dos sistemas de RV está relacionada com as apresentações visuais que são fornecidas a um participante. Os estímulos visuais são agrupados de acordo com o nível de imersão. Apresentações bidimensionais são consideradas não-imersivas. E as apresentações tridimensionais que utilizam projeções estereoscópicas ou exibições com uma perspectiva visual fixa são consideradas semi-imersivas (ADAMOVICH et al., 2009). Os estímulos podem ser aprimorados por meio de diferentes modalidades, incluindo assim os estímulos visuais, auditivos, vestibulares e até olfativos, embora, até o momento, a maioria das plataformas de RV forneça principalmente feedback visual e auditivo (WEISS et al., 2004).

As duas características principais da RV são: imersão e interação. Quanto à imersão pode ser classificada como imersiva e não-imersiva. A imersão ocorre quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, por meio de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos e comportamento e reagem a eles (por exemplo, por meio de capacetes e seus dispositivos), provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual como se fosse o mundo real (ADAMOVICH et al., 2009). Já a RV não-imersiva é quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real utilizando, por exemplo, monitor comum ou um console, mouse, joystick, teclado que permite a manipulação do ambiente virtual. E a interação é a capacidade do indivíduo em interagir com os objetos virtuais, por meio de dispositivos que provocam essa sensação, como luvas e óculos digitais, etc. (HOLDEN e DYAR, 2002; VIEIRA et al., 2014). Para parecer ainda mais realista, o ambiente virtual inclui objetos simulados e existe ainda, a inserção de sons ambientais e sons associados a objetos específicos (RODRIGUES e PORTO, 2013).

Salienta-se que, a partir das possibilidades encontradas e que são permitidas serem desenvolvidas ou manipuladas em ambientes virtuais a partir destes conceitos, estudos comportamentais em humanos, usando da psicofísica visual, forneceram uma compreensão da sensibilidade ao movimento, ou seja, de nossa capacidade de detectar objetos em movimento e discriminar sua direção ou velocidade de movimento (NAKAYAMA, 1985; ALBRIGHT e STONER, 1995), criando assim, uma área de interesse nesta temática devido à sua importância na vida cotidiana para tarefas como evitar ou interceptar colisões, por exemplo.

2.3 Eletroencefalograma

O sinal eletroencefalográfico, apresenta modulações de acordo com a atividade cortical e uma melhor resolução temporal que outros instrumentos (GEVINS, 1998; SMITH et al,1999). A atividade é captada por meio de eletrodos posicionados e fixados em regiões específicas do escalpo com um gel condutor. Estes eletrodos são organizados seguindo um sistema internacional, padrão e

reconhecido, o sistema 10-20, descrito por Jasper em 1958 (KOESSLER et al., 2009; OKAMOTO et al., 2014), conforme observado na figura 2.

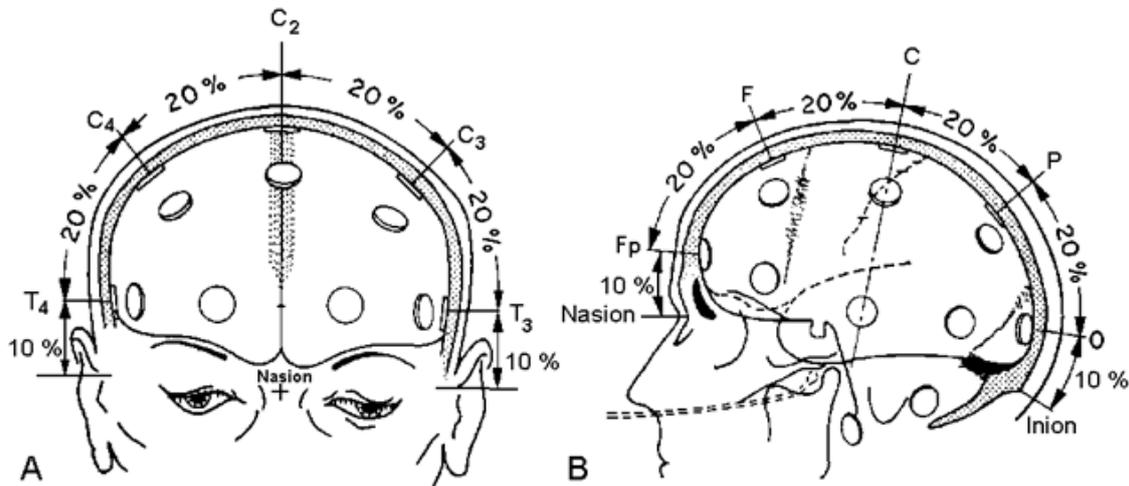


Figura 2. Representação do Sistema Internacional Padrão 10-20. Fonte: Google

Apesar da aplicabilidade ser amplamente designada para o exame e acompanhamento da atividade cerebral de condições neurológicas, a eletroencefalográfica tem sido empregada, para monitorar e analisar o córtex de indivíduos submetidos a determinadas tarefas cognitivas, favorecendo assim, o conhecimento acerca de regiões ativadas mediante tarefas específicas (SMITH et al, 1999), bem como identificação de regiões envolvidas em funções como aprendizagem, memória, comportamento adaptativo a emoções e estímulos (HASSAN et al., 2014).

A análise de padrões neurais relacionados a processos sensoriais, motores e cognitivos, pode ser realizada mediante monitoração da atividade cortical contribuindo para explicação de mecanismos de integração sensório-motora. A eletroencefalografia permite mapear não só a região cerebral ativada durante a execução de uma tarefa, mas quantificar o nível de atividade elétrica neuronal nestas regiões (CARVALHO et al., 2013). A excitabilidade do córtex somatossensorial é modulada por relevância de estímulos para comportamento, com objetivo de facilitar extração de informações sensoriais que se tornem relevantes para posterior processamento cortical (GEVINS, 1999; STAINES et al., 2014). Estes mecanismos são avaliados por meio de alterações nas faixas

de frequência e permitem, verificar a presença de tais alterações, além das variáveis eletroencefalográficas que são analisadas em relação aos processos de aprendizagem (PORTELLA et al., 2007). Esta análise pode ser realizada por meio da verificação da presença de alterações nas diferentes variáveis que são características do EEG e das bandas de frequência alfa (8 a 13 Hz), beta (14 a 30 Hz), teta (4 a 8 Hz), delta (0,1 a 3,5 Hz) (LIAO et al., 2014) e gama (30 a 40 Hz) (VEIT et al., 2017; MACHADO et al., 2014).

2.3.1 Bandas de frequência da Eletroencefalografia

As bandas ou ritmos de frequência do EEG estão associadas a estados cerebrais específicos. A onda representativa de alfa é o ritmo mais proeminente em todo o domínio da atividade cerebral (SANEI e CHAMBERS, 2013). Estudos mostram que ela reflete um estado "ocioso" do cérebro, melhor visto no estado de vigília e condições de relaxamento físico e mental. Além de representar funções cognitivas, memória, criatividade e atenção (APRIGIO et al., 2015). Já o ritmo beta é amplamente reconhecido por estar associado ao comportamento motor e inibição de resposta, memória de trabalho e integração sensório-motora (MELGARI et al., 2014). A atividade de gama relaciona-se com o processamento de informações e função cognitiva. A ativação desta banda de frequência é ainda relacionada à codificação, retenção, e recuperação de informações, relacionadas ao processamento sensório-motor (CARVALHO et al., 2013). A maioria dos estudos analisa a influência do comportamento motor sobre as modificações nos parâmetros de EEG nas bandas alfa, beta e gama. Alguns estudos têm sugerido a necessidade de analisar o comportamento da banda delta, uma vez que esta está diretamente relacionada ao esforço mental durante atividades cognitivas (PAZ et al., 2012).

2.3.1.1 Banda Teta

A banda de frequência teta, por sua vez, está associada ao processamento cognitivo, sendo relacionada com a codificação de estímulos e mecanismos de

atenção (VELASQUES et al., 2007). Estudos associam as oscilações de teta durante atividades que envolvem a memória de trabalho. Um aumento significativo da atividade dessas oscilações em teta é observado na região do córtex pré-frontal e hipocampo (BASAR e GUNTEKIN, 2008). Outras bandas de frequências do EEG, como alfa e gama estão relacionadas com o processo de atenção e memória de trabalho, entretanto teta é mais específica, já que esta frequência está, além disso, relacionada à integração e informação de processamento sensorio-motor (GONGORA et al., 2015). De modo geral, as oscilações em teta podem ser encontradas no córtex cerebral humano e no hipocampo relacionadas a navegação virtual, memória declarativa e processamento de memória episódica (SAUSENG et al., 2015). Estes aspectos demonstram que teta representa em maiores detalhes o processo principal da investigação deste estudo.

2.3.2 Variáveis da Eletroencefalografia

Outra característica eletroencefalográfica são as variáveis ou faixas de frequência, em que se analisa a distribuição de energia do sinal, ou seja, o potencial cerebral relacionado ao evento. Dentre elas, a potência absoluta representa a intensidade ou energia total de uma determinada derivação (CARTIER et al., 2015), a potência relativa reflete a porcentagem de energia em uma banda de frequência em relação a potência total do EEG (BIAN et al., 2014). A coerência é uma medida de correlação que demonstra acoplamento entre áreas corticais, sinalizando uma interconexão direta ou indireta entre elas (ANGHINAH et al., 2000).

2.3.2.1 Assimetria

A assimetria é uma variável eletrofisiológica que avalia a predominância entre hemisférios. Está relacionada com a diferença de atividade cortical entre áreas homólogas, localizados no hemisfério esquerdo e direito, em relação à potência

absoluta eletroencefalográfica; ela detecta o balanço de energia entre os dois hemisférios e áreas corticais (MANAIA et al., 2013).

O tamanho, o aumento e/ou diminuição da assimetria pode expressar diferentes estados de ativação neuronal específica, sendo considerada imprescindível para o estudo de uma modulação de amplitude induzida por estímulos (DAVIDSON, 1988). A análise da assimetria é realizada por meio de uma fórmula, definida como: $(PE - PD) / (PE + PD)$, onde a sigla P representa a potência absoluta, E se refere a hemisfério esquerdo e D ao hemisfério direito. Essa fórmula fornece informações sobre a predominância hemisférica da atividade cortical (SANEI e CHAMBERS, 2007). Assim, ao avaliar as oscilações desta variável, valores positivos da atividade da assimetria remetem uma predominância do hemisfério esquerdo enquanto valores negativos direcionam o envolvimento do hemisfério direito (MILLER e TOMARKEN, 2001; SAUSENG 2015).

CAPÍTULO III

3 PRODUÇÃO CIENTÍFICA

3.1 Artigo em Português

Estímulo virtual com alterações de velocidade modifica o desempenho em uma tarefa de estimativa do tempo e altera a assimetria na banda teta do córtex frontal e temporal

Maria Gabriela Cardoso Teles Monteiro^{1,2}, Silmar Teixeira^{2,3,4}, Diandra Martins^{1,2}, Ana Cláudia Freitas^{1,2}, Walany Cerqueira¹, Bruna Beatriz¹, Thalys Bento³, Francisco Magalhães^{3,4}, Kaline Rocha^{3,4}, Victor Marinho^{3,4}, Monara Nunes¹, Juliana Bittencourt Marques⁵, Maurício Cagy⁶, Victor Hugo Bastos^{1,2}.

¹ Laboratório de Mapeamento Cerebral e Funcionalidade, Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, Brasil.

² Programa de Mestrado em Ciências Biomédicas, Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, Brasil.

³ Laboratório de Neuro-Inovação Tecnológica e Mapeamento Cerebral, Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, Brasil.

⁴ Programa de Pós-graduação em Biotecnologia – Renorbio, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil

⁵ Laboratório de Neurofisiologia e Neuropsicologia da Atenção e Laboratório de Mapeamento Cerebral e Integração sensório-motora, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

⁶ Programa de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Autor correspondente:

Maria Gabriela Cardoso Teles Monteiro

E-mail: gabitelesmonteiro@hotmail.com

Endereço: Universidade Federal do Piauí, Av. São Sebastião, 2819, 64202-020, Parnaíba, Piauí, Brazil

Resumo

A capacidade de um indivíduo em perceber o tempo é subjetiva e desenvolvida com suas experiências e o meio em que vive, entretanto, são observadas regiões que integram e codificam estas informações. A percepção do tempo (PT) pode ser influenciada por fatores biopsicossociais como emoção, memória, atenção, além de estímulos visuais dinâmicos. Neste contexto, a realidade virtual (RV) surge como uma ferramenta que desperta o treino dessa habilidade cognitiva. Embora as associações entre PT e RV sejam conhecidas, as repercussões eletrofisiológicas são ainda obscuras. O objetivo deste estudo foi investigar o desempenho, as modificações eletrofisiológicas e o comportamento da atenção de indivíduos submetidos a RV não-imersiva com alterações na velocidade do estímulo, durante a realização de uma tarefa de estimativa do tempo. A pesquisa consistiu em um procedimento *crossover*, que ocorreu em quatro dias consecutivos com 21 voluntários, na qual todos participaram das condições de velocidade (original, *slow*, *fast*). O eletroencefalograma foi utilizado para a captação da atividade da assimetria da banda teta durante realização da tarefa. Além disso, houve avaliação do teste de atenção *Stroop*, sem a captação. Os resultados refletiram a influência das três velocidades em diferentes momentos, com pior desempenho evidenciado pelo maior número de erros encontrado na condição original e após o estímulo virtual ($p < 0,05$), além disso foi evidenciado aumento da atividade de assimetria da banda teta nos córtex frontal e temporal ($p < 0,05$), principalmente após RV com predominância hemisférica esquerda. Os diferentes padrões de ativação e predominância não foram oriundos exclusivamente do efeito do estímulo virtual.

Palavras-chave: Eletroencefalografia, Percepção do tempo, Realidade virtual, Teste de *Stroop*, Ritmo Teta.

Introdução

A percepção do tempo (PT) pode ser compreendida como um julgamento subjetivo do tempo decorrido de um determinado evento, a qual pode ser modificado de acordo com fatores internos e externos [1]. Ela está relacionada a uma função adaptativa e cotidiana que envolve vários componentes cerebrais que nos permitem prever, antecipar e responder com eficiência eventos futuros, tomadas de decisão [2] ou a execução de uma ação motora [3]. Alguns componentes da PT são descritos para caracterizar como este processo ocorre, dentre estes, a atenção e memória.

A atenção desempenha significativo papel entre as principais teorias que justificam a ocorrência da PT. Ela é relacionada aos seus estímulos moduladores, em especial, os auditivos que captam a atenção de uma forma automática, além dos visuais, que necessitam de controle cognitivo [4, 5]. Neste contexto, vários estudos já demonstraram que estímulos que contém maior número de mudanças são percebidos como mais duradouros do que aqueles com menos mudanças [6, 7, 8]. Estas mudanças que podem influenciar a dilatação de tempo incluem as de velocidade [8, 9]. De acordo com pesquisas atuais acerca da PT e suas evidências de apoio e os modelos atuais, qualquer estímulo dinâmico, mesmo sendo um estímulo lento, é percebido mais do que um estímulo estático que não envolve nenhum tipo de mudança [10]. Neste contexto, já se tem desenvolvido estudos envolvendo análise desses estímulos dinâmicos, com mudanças de velocidade do estímulo, associados com a PT [10, 11].

Ainda não é descrito detalhadamente quais áreas corticais respondem ao processamento temporal. Em suma, tem sido observado que córtex frontal e o parietal tem sido frequentemente associado à PT [12, 13]. O córtex pré-frontal de forma geral tem importante influência nos processos correlacionados com a atenção. Shallice e Burgess (1996) [14] apresenta que, o córtex pré-frontal funciona como sede de um sistema supervisional de atenção que se comunica com outras redes neurais ou sistemas para permitir lidar com situações novas.

Os processos neurais podem ser visualizados por meio da participação da memória, atenção e outros estados emocionais [15]. Neste contexto, quando

a atenção está diretamente envolvida com estímulos visuais, há predominância de atividade nas áreas visuais do córtex occipital [16]. Neste cenário, destaca-se a realidade virtual (RV) como uma vertente de inovação tecnológica que teve uma ascensão nos estudos investigativos acerca das neurociências. Sendo uma ferramenta que permite a manipulação ou adaptação dos seus estímulos e variáveis [17, 18], como os estímulos visuais, auditivos no caso de interação, ou mesmo a velocidade.

Apesar de existirem estudos comportamentais analisando a associação dos estímulos com mudanças de velocidade, com a PT, como isto associa-se ou interliga-se com as áreas integradoras corticais, ainda é uma lacuna literária. Essa investigação pode ser realizada por meio da eletroencefalografia, que é um método não invasivo que registra a atividade elétrica cerebral, fornecendo uma medida confiável de atividade elétrica de bilhões de células nervosas e as conexões entre elas no córtex cerebral [19, 20].

O objetivo deste estudo foi averiguar o desempenho e as modificações eletrofisiológicas de indivíduos submetidos a RV não-imersiva com alterações na velocidade do estímulo, durante a realização de uma tarefa de estimativa do tempo, por meio da análise da assimetria da banda teta. O aumento e/ou diminuição da assimetria pode expressar diferentes estados de ativação neuronal específica, sendo considerada imprescindível para o estudo de uma modulação de amplitude induzida por estímulos [21]. Além disso, a banda de frequência teta, está associada ao processamento cognitivo, sendo relacionada com a codificação de estímulos e mecanismos de atenção [22], integração e informação de processamento sensório-motor [23]. Ademais, as oscilações em teta relacionam-se a navegação virtual, memória declarativa e processamento de memória episódica [24]. Estes aspectos demonstram que teta representa em maiores detalhes o processo principal da investigação deste estudo. Acredita-se que, após a submissão ao estímulo, o indivíduo apresente maior predominância cortical nas regiões relacionadas ao processamento temporal e visual, com predominância hemisférica direita, devido sua função associada a orientação espacial, além de estar mais suscetível ao erro por meio da tarefa.

Materiais e Métodos

Descrição da Pesquisa

Consiste em um estudo *crossover* randomizado, que foi realizado nos Laboratórios de Mapeamento Cerebral & Funcionalidade (LAMCEF) e Neuroinovação Tecnológica & Mapeamento Cerebral (NITLAB), da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Reis Velloso – Parnaíba, Piauí. Os voluntários foram inicialmente esclarecidos sobre o propósito da pesquisa, objetivos e procedimentos e foram consultados quanto ao aceite em participar do estudo. Após esclarecimento, foram orientados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo-se o anonimato e a liberdade de ausência na pesquisa, bem como a realização de esclarecimento a respeito da mesma, sendo assegurado o direito de desistir de sua participação no andamento do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, Nº 2.049.479.

Seleção dos Participantes

Foram selecionados 30 indivíduos, *N* equivalente às pesquisas envolvendo RV e percepção do tempo [25, 11, 26, 27, 28], além de estar de acordo com cálculo amostral prévio. A amostra foi composta por indivíduos do sexo masculino [29], destros [30], assim especificados com objetivo de delimitar o estudo. Os voluntários possuíam idade entre 18 e 30 anos (idade média e desvio padrão $22,5 \pm 2,22$). Foram excluídos aqueles que possuíam baixa acuidade visual para o Teste ou Escala de *Snellen*. Foram considerados como tendo acuidade visual normal, os indivíduos que atingiram índices visuais maiores ou iguais a 0,7 em ambos os olhos [31, 32]. Além disso, foi aplicado o *Mini Mental State Examination* (MMSE) ou Mini-Exame do do Estado Mental (MEM). Este é um método amplamente utilizado tanto na prática clínica quanto em pesquisas, para rastrear a possibilidade de comprometimento cognitivo [33]. Neste estudo foram excluídos os indivíduos com escore abaixo de 24 pontos, de

acordo com o seu nível de escolaridade [34], sendo todos alunos universitários. Os 21 indivíduos remanescentes que atenderam aos critérios de elegibilidade assinaram o TCLE. Os participantes foram orientados primeiramente sob a necessidade de se absterem, durante as 24h de antecedência da coleta de dados, do uso de qualquer substância que atua inibindo ou estimulando a atividade do Sistema Nervoso Central, como cafeína, tabaco, bebidas alcoólicas ou medicamentos psicotrópicos ou psicoativos.

Procedimento Experimental

O procedimento da pesquisa ocorreu em 4 dias consecutivos, com um “*washout*” de 24h entre cada dia, conforme observado na ilustração do procedimento na figura 3, para evitar resultados tendenciosos à exposição do estímulo virtual [35]. O primeiro dia serviu para apresentar ao participante os conteúdos e etapas que seriam realizados nos próximos 3 dias de desenvolvimento da pesquisa, afim de esclarecer quaisquer dúvidas referentes aos demais dias.

- Etapas de apresentação do conteúdo no 1º dia do experimento:

Etapa 1: ocorreu uma explanação do estudo, onde inicialmente o participante foi avaliado quanto ao enquadramento de acordo com os critérios de elegibilidade. Primeiramente foram coletados os dados pessoais, em seguida aplicação do Inventário de Lateralidade de Edimburgo [30], que serviu para excluir os indivíduos sinistros, e o *Mini Mental State Examination (MMSE)* que excluiu aqueles que apresentaram possibilidade de alteração cognitiva. O participante estando apto nesta primeira análise, assinou então o TCLE e seguiu para a etapa 2.

Etapa 2: Ainda na apresentação do estudo, no primeiro dia, o participante foi randomizado por meio de um sorteio, para registrar a ordem sequencial da velocidade do estímulo virtual que ele assistiria em cada dia, pelos próximos 3 dias do experimento (velocidades: original, *fast*, *slow*).

Etapa 3: O participante foi apresentado à tarefa de estimativa do tempo, que é exibida por meio de um círculo amarelo no monitor posicionado frente ao indivíduo, com duração randomizada entre 1, 4, 7 e 9 segundos. Os

indivíduos foram orientados a não contabilizar a duração enquanto o estímulo foi apresentado. Em seguida, os indivíduos foram direcionados a estimar (digitar no teclado) o tempo em que o estímulo permaneceu em evidência no monitor. Após, foram apresentados ao teste de *Stroop*, ou teste cor-palavra-cor, um instrumento neuropsicológico largamente utilizado para a avaliação do sistema de atenção que regula a capacidade inibitória de respostas automáticas, e foi explicado sobre os momentos em que estes seriam realizados.

Após 24h o participante iniciou a coleta, com o EEG, com os eletrodos posicionados no escalpo. À frente do participante ficou posicionada uma tela LCD de 45 centímetros de largura e 23 de altura onde ele executou a tarefa de estimativa, que foi realizada em 2 blocos de 10 trilhas [36].

No primeiro momento, aplicou-se o primeiro teste de *Stroop*, sem captação do EEG, em seguida realizou-se com captação, o primeiro bloco de tarefa de estimativa do tempo, onde o *software* apresentou randomicamente as trilhas da tarefa no monitor (ver em figura 4). Após a tarefa, o participante passou por uma segunda aplicação do teste de *Stroop*. Posteriormente, o participante assistiu ao estímulo virtual em 3D por meio do vídeo, com os óculos estereoscópico de RV, nas diferentes acelerações estabelecidas anteriormente por sorteio, sendo assistido em uma velocidade diferente em cada um dos 3 dias. O vídeo consistia no movimento de uma montanha russa com duração de 15 minutos [37] e foi assistido com os óculos de RV e sem a captação do EEG.

Após o vídeo, o participante foi resubmetido aos procedimentos descritos anteriormente. Este procedimento repetiu-se nos 3 dias seguintes, diferindo apenas na velocidade de apresentação do vídeo de RV, anteriormente sorteado.

O teste de atenção (*Teste de Stroop*) computadorizado foi aplicado: antes do primeiro bloco da tarefa, antes da apresentação do vídeo, e ao final da coleta, sem captação do EEG, para verificar o nível de atenção do participante durante momentos específicos da coleta. O teste possui 3 etapas, sendo 12 tentativas para cada etapa, e em cada uma das etapas, os estímulos de cor-palavra-cor são apresentados de forma diferente, que permitem avaliar a atenção seletiva, além de observar o controle intencional ou voluntário do comportamento. Neste teste é avaliado tanto o tempo de resposta em milissegundos quanto os erros e acertos [38, 39].

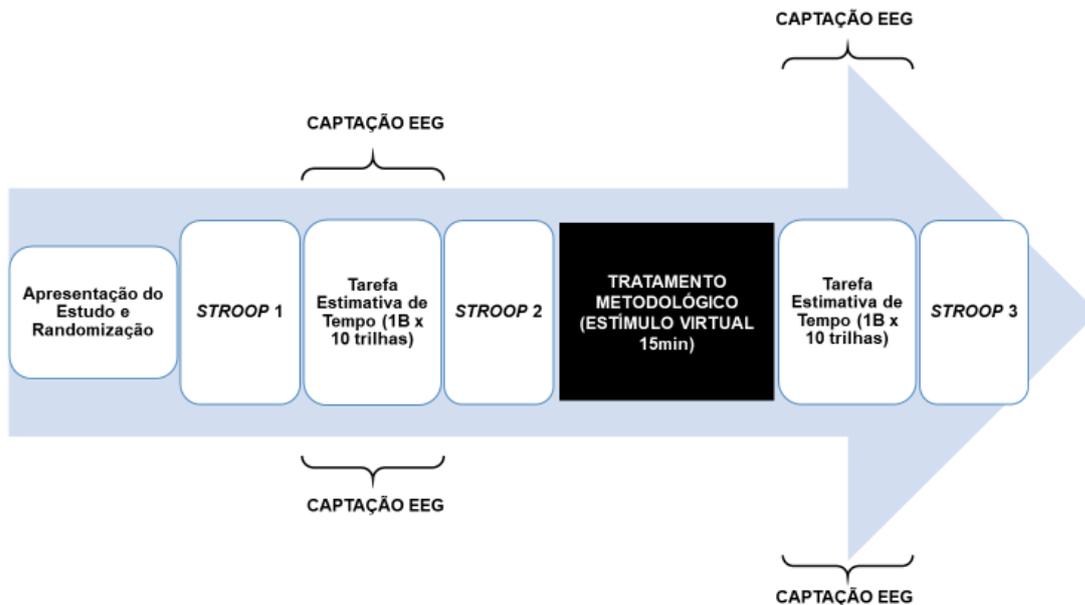


Figura 3. Procedimento Experimental.



Figura 4. Representação da Tarefa de Estimativa do Tempo. Fonte: Própria

Aquisição e Processamento dos Dados

A captação do sinal eletroencefalográfico foi realizada em uma sala específica para coleta do sinal eletroencefalográfico, com isolamento acústico e elétrico. Os instrumentos de medida utilizados foram o aparelho *BrainNet* BNT-EEG compatível com eletroencefalografia digital, Mapeamento Cerebral e Vídeo-EEG (EMSA–Instrumentos Médicos, Brasil - Registrado na ANVISA sob N° 10324590007), o qual apresenta uma placa conversora analógica/digital (A/D) de 20 canais para EEG com resolução de 16 bits, colocada em um slot PCI

Express de um Core i7 (LGA 1366). Os eletrodos foram dispostos seguindo o sistema internacional 10-20 [40], incluindo-se os de referência posicionados nos lóbulos das orelhas (bi-auricular). Os óculos de RV utilizado foi o Modelo *Shinecon 2.0*, 3D 360 Graus.

Para a captação do sinal eletroencefalográfico foi utilizado o *software* desenvolvido em laboratório, *LEDAcquisition*. O processamento dos dados do sinal eletroencefalográfico foi analisado no programa *Matlab* e explorado usando a ferramenta *EEGLab*. Os sinais do EEGq (quantitativo) foram processados e extraídos a variável eletrofisiológica assimetria distribuída entre a banda de frequência teta. Já os parâmetros de desempenho para análise da percepção de tempo, foram fornecidos pelo *software* que está associado ao EEGq. Para todas as tarefas foram gerados automaticamente pelo programa uma planilha em formato *txt* que apresenta o número de trilhas, de trechos por trilha, o tempo estimado e o objetivo que ele deveria alcançar (1, 4, 7 ou 9 segundos). Esses dados foram fornecidos para as tarefas de estimativa de tempo. Os dados resultantes da tarefa de estimativa de tempo foram analisados em relação aos momentos de execução da tarefa (-2 a 0).

Localização Espacial dos Eletrodos

As derivações de eletrodos pareados selecionados foram F3-F4 (Córtex Pré-Frontal Dorsolateral – CPFDL), F7-F8 (Córtex Pré-Frontal Ventrolateral – CPFVL), P3-P4 (Córtex Parietal Posterior – CPP), T3-T4 (Córtex Temporal Anterior – CTA), T5-T6 (Córtex Temporal Posterior – CTP) e O1-O2 (Córtex Occipital – CO). Os pares de eletrodos homólogos relacionados ao córtex frontal, especificamente área pré-frontal e córtex pré-motor, foram selecionados devido sua relação com o armazenamento de memórias a curto e longo prazo e ao processamento de informações ligadas à percepção do tempo [12]. Além de sua relação com funções executivas, como atenção e planejamento e preparação e controle de uma ação [23, 41]. O córtex parietal também interesse de investigação, por sua integração e processamento de informações sensoriais, que atua em uma variedade de funções cognitivas [42, 43]. Além de possuir relação anatômico-funcional com o córtex frontal, especificamente ao pré-frontal dorsolateral e ao temporal, que por sua vez está relacionado à consciência,

memória verbal e visual pré-operatória [44]. Juntos, eles participam no controle de uma ação e de localização espacial [45, 46]. Ressalta-se que, estudos envolvendo navegação espacial tem mostrado aumento de atividade do ritmo teta sobre as derivações temporais [47]. Além disso, a região parietoccipital está relacionada com processos de atenção espaciotemporais e visuo-perceptiva [48, 49, 15]. Ademais, a atividade da região occipital, de forma isolada, é foco de interesse por ser uma região comumente associada aos estudos que envolvem processamentos visuais dinâmicos [50].

Edição e Aplicação do vídeo de realidade virtual

Os óculos de RV utilizado foi o Modelo *Shinecon 2.0*, 3D 360 Graus, com um *Smartphone* modelo Motorola Moto G 4 Play acoplado ao mesmo, para reprodução do vídeo, com ajuste de taxa de brilho a 50% do valor máximo, levando em consideração a comodidade do participante, sem lhes causar danos e fadiga visual devido a exposição à luminosidade [51]. O estímulo virtual reproduzido foi do tipo RV não-imersiva em 3D.

O vídeo foi selecionado do site *YouTube* (ver em figura 5), com formato de 720p e 30fps (frames por segundo ou quadros por segundo). O número de quadros por segundo é um fator significativo no resultado visual da RV e refere-se à velocidade da simulação. Um valor ideal aproximado para se ter um ambiente imersivo está entre 15 e 30 quadros por segundo [52].

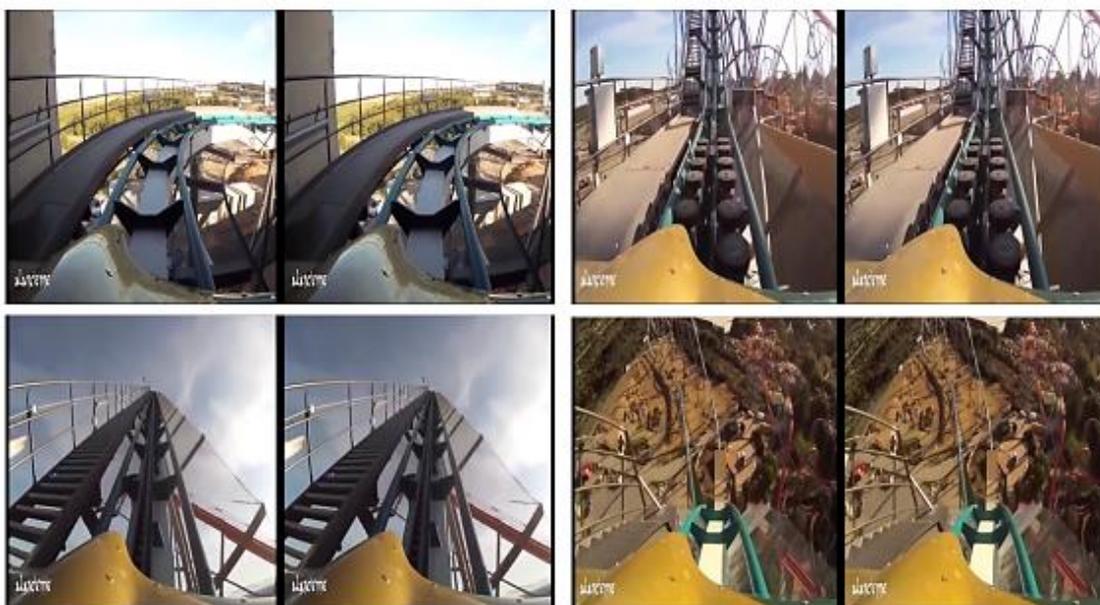


Figura 5. Ilustração do estímulo virtual que é reproduzido pelos óculos de realidade virtual.
Fonte: *Software Atube Catcher*.

A velocidade de reprodução do vídeo foi editada com a utilização do *software* VLC Media Player, um aplicativo reprodutor de multimídia, previamente instalado no *Smartphone*. As velocidades foram ajustadas e padronizadas em conformidade com estudos anteriores (0.0x = estático ou normal, 0.25x = *slow* e 1,9x = *fast*, em relação à velocidade original). Todos os vídeos, em suas diferentes velocidades, tiveram duração de 15 minutos [10].

Análise Estatística

Para analisar as repercussões eletrofisiológicas por meio da variável assimetria da banda teta, nas derivações de F3-F4 (CPFDL), F7-F8 (CPFVL), P3-P4 (CPP), T3-T4 (CTA), T5-T6 (CTP) e O1-O2 (CO) entre as condições ou fatores entre os sujeitos (RV original, RV *slow* e RV *fast*) e momentos ou fatores intra-sujeitos (antes e após a RV) submetidos ao estímulo virtual 3D não-imersivo, para cada intervalo de tempo da tarefa realizada (1, 4, 7 e 9 segundos), foi utilizada uma ANOVA *three-way* de medidas repetidas para determinar se houve efeito de interação entre as variáveis independentes e dependente. Primeiramente, foi realizado um teste de normalidade. A análise residual foi realizada para testar os pressupostos da ANOVA de três vias. *Outliers* foram identificados por inspeção de um *boxplot*, que foram corrigidos substituindo-se o valor do *outlier* com um menos extremo e utilizando a exclusão (9999) de alguns valores extremos. A normalidade e homocedasticidade dos dados foram previamente verificados pelos testes de *Levene* e *Shapiro-Wilk*.

Para a análise comportamental do desempenho (erro absoluto) e razão da estimativa da duração do estímulo do tempo (erro relativo), para cada intervalo da tarefa de estimativa de tempo (1, 4, 7 e 9 segundos), foi realizada uma ANOVA *two-way* de medidas repetidas para fator entre os sujeitos, as condições de velocidade e para o fator intra-sujeitos, o momento antes e após a aplicação do estímulo virtual. Da mesma forma ocorreu para análise do teste de *Stroop*, uma ANOVA *two-way* de medidas repetidas foi utilizada para investigar o efeito de interação entre as três condições de velocidade (fator entre sujeitos)

e os três momentos de realização do teste (fator intra-sujeitos). O tamanho do efeito foi estimado como Eta parcial ao quadrado (η^2p) e o intervalo de confiança de 95% (IC 95%) foi calculado para as variáveis dependentes. A magnitude do efeito foi interpretada utilizando as recomendações sugeridas por Hopkins et al. (2009) [53]: 0,0 = trivial; 0,2 = pequeno; 0,6 = moderado; 1,2 = grande; 2,0 = muito grande; 4,0 = quase perfeita. A probabilidade de 5% para o erro tipo I foi adotada em todas as análises ($p \leq 0,05$). Desse modo, para detectar se houve uma diferença real na população, o poder de teste foi interpretado com 0,8 a 0,9 = potência alta [54]. Todas as análises em questão foram conduzidas utilizando o *software* SPSS (Statistical Product and Services Solutions) para Windows versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

Análise do Erro Absoluto

Na análise comportamental do desempenho (erro absoluto) para o intervalo de tempo de 1s foi observado efeito principal para condição [$F(2,418)=6,749$; $p=0,003$; $\eta^2p=0,31$; poder=86%]. O teste de *post hoc* indicou diferença estatisticamente significativa entre as condições de RV *slow* e RV original ($p=0,007$) e RV *slow* e RV *fast* e ($p=0,033$). Além disso, os resultados indicaram que os indivíduos da condição de RV *slow* apresentaram uma maior média de erro na tarefa de estimativa do tempo, do que as demais condições. Para as análises no intervalo de 4s não foram observados resultados estatisticamente significativos ($p > 0,05$).

No intervalo de tempo 7s, foi observado uma interação estatisticamente significativa entre condição e momento [$F(2,418)=4,099$; $p=0,017$; $\eta^2p=0,02$; poder=72%]. Na análise da interação foi identificado diferença estatisticamente significativa entre as condições no momento antes [$F(2,418)=3,119$; $p=0,048$; $\eta^2p=0,01$; poder=58%] da aplicação da RV, entre as condições *fast* e *slow* ($p=0,020$), observado pelo teste de *post hoc*, tendo a condição *fast* apresentado uma maior média de erro da tarefa no momento antes, em relação à *slow*. Não houve diferença significativa entre as condições no momento após ($p > 0,05$). Já

na análise intra condições da interação, houve diferença significativa entre os momentos antes e após o vídeo apenas na condição *fast* [$F(1,209)=8,983$; $p=0,003$; $\eta^2p=0,04$; poder=84%], sendo analisado por meio do teste de *post hoc* a maior média no momento antes da reprodução do vídeo, da condição RV *fast*.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para as análises no intervalo de 9s ($p>0,05$).

Todos estes resultados podem ser visualizados na figura 6.

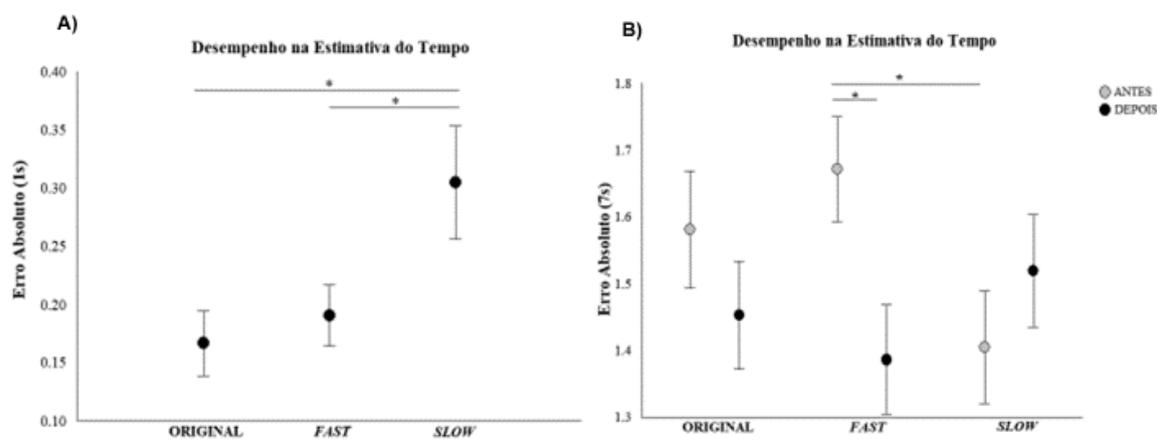


Figura 6. Desempenho dos participantes na tarefa de estimativa do tempo. A) Efeito principal para condição no tempo de 1s. B) Interação estatisticamente significativa entre condição e momento no tempo 7s. O * representa o local da diferença significativa ou efeito principal ($p<0,05$).

Análise do Erro Relativo

Na análise da razão da estimativa da duração do estímulo do tempo (erro relativo), para o intervalo de 1s identificou-se efeito principal para condição [$F(2,418)=7,616$; $p=0,001$; $\eta^2p=0,03$; poder=90%]. O teste de *post hoc* apontou diferença estatisticamente significativa entre as condições de RV *slow* e RV original ($p=0,006$) e entre as condições de RV *slow* e RV *fast* ($p=0,010$). Além disso, diante dos resultados, foi possível observar que os indivíduos da condição original apresentaram maior média de erro na tarefa de estimativa do tempo, quando comparado às demais condições, sendo seus valores de média negativos.

No intervalo de 4s houve interação dupla estatisticamente significativa entre condições e momentos [$F(2,418)=5,780$, $p=0,003$, $\eta^2p=0,03$; poder=86%]. A análise da interação indicou que houve diferença estatisticamente significativa entre as condições somente no momento após a RV [$F(2,418)=4,475$, $p=0,013$, $\eta^2p=0,02$; poder=75%], sendo apontado pelo teste de *post hoc*, diferença significativa entre as condições RV original e RV *fast* ($p=0,013$) e RV original e RV *slow* ($p=0,029$). Diante dos resultados foi possível observar maior média de erro na tarefa dos indivíduos na condição original em comparação as demais. Na análise intra condições, entre os momentos antes e depois, houve diferença significativa para momento da condição de RV original [$F(1,209)=9,494$, $p=0,002$; $\eta^2p=0,04$; poder=87%] sendo realçado pelo teste de *post hoc* maior média de erro no momento após a RV original.

Na análise do intervalo de tempo de 7s foi verificado interação dupla estatisticamente significativa entre condições e momentos [$F(2,418)=11,371$, $p<0,001$, $\eta^2p=0,05$; poder=99%]. A análise da interação demonstrou diferença significativa para condições apenas no momento antes da aplicação da RV [$F(2,418)=7,360$, $p=0,001$, $\eta^2p=0,03$; poder=93%] entre as condições *fast* e original ($p=0,043$) e *slow* e original ($p=0,001$) tendo a condição *slow* apresentado a maior média de erro na tarefa comparada às demais. Na análise intra condições, entre momentos antes e depois, foi observado diferença significativa para momento na condição original [$F(1,209)=16,093$, $p<0,001$, $\eta^2p=0,07$; poder=98%] e na condição *slow* [$F(1,209)=4,292$, $p=0,040$, $\eta^2p=0,02$; poder=54%], tendo os indivíduos da condição original apresentado maior média de erro no momento após a RV e os da condição *slow*, no momento antes da RV.

No intervalo de 9s foi verificado um efeito principal para momento [$F(1,209)=4,143$, $p=0,043$; $\eta^2p=0,02$; poder=52%]. O teste de *post hoc* indicou que os indivíduos no momento após a RV apresentaram uma maior média de erro na tarefa.

Os resultados estão graficamente representados na figura 7.

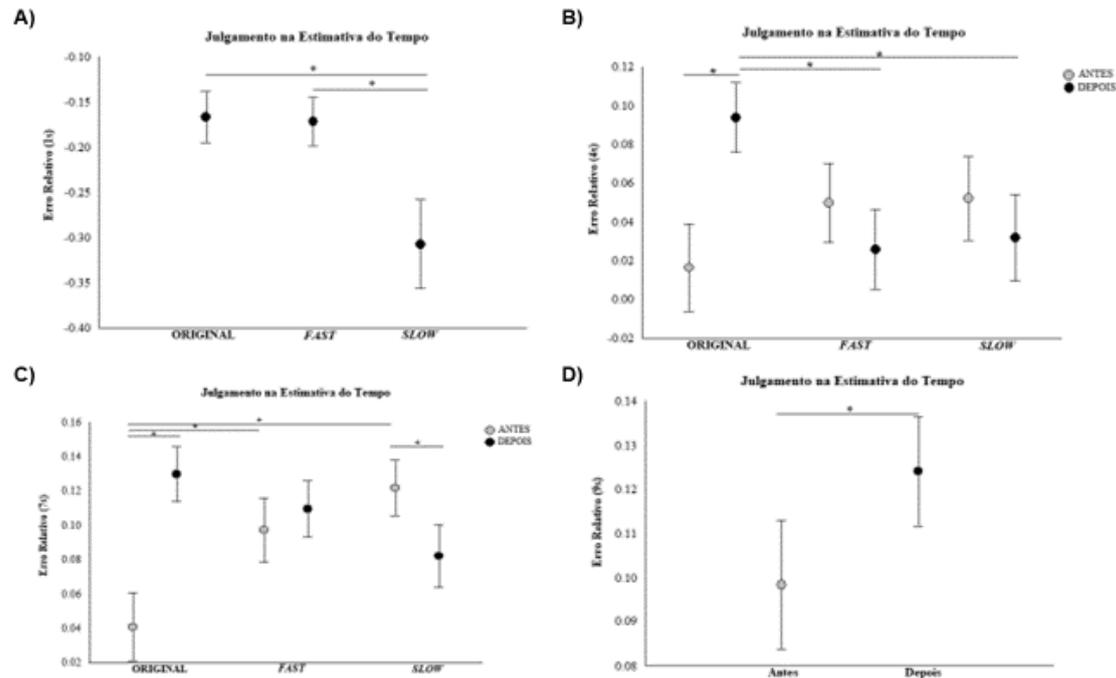


Figura 7. Julgamento da estimativa do tempo. A) Efeito principal para condição no tempo de 1s. B) Interação estatisticamente significativa entre condição e momento no tempo de 4s. C) Interação estatisticamente significativa entre condição e momento no tempo de 7s. D) Efeito principal para condição no tempo de 9s. O * representa o local da diferença significativa ou efeito principal ($p < 0,05$).

Análise do Desempenho no Teste de Stroop

Na análise do teste de *Stroop*, não foi observada diferença estatisticamente significativa para o desempenho nos erros e acertos da tarefa em nenhuma das três etapas do teste ($p > 0,05$).

Para a análise do tempo de resposta em milissegundos foi identificado interação dupla estatisticamente significativa entre condições e momentos na etapa 1 do teste (etapa de identificação da COR) [$F(4,1004)=4,265$, $p=0,003$, $\eta^2p=0,02$; poder=90%]. Na análise da interação entre as condições, foi observado efeito principal para condição apenas para o primeiro momento, o *stroop* 1 ou linha de base, da condição de RV original, que ocorreu antes da realização da tarefa de estimativa do tempo e da RV [$F(2,502)=7,484$, $p=0,001$, $\eta^2p=0,03$; poder=94%], tendo o *stroop* 1 da RV original apresentado maior média de tempo de resposta. Na análise intra condições, entre os momentos antes e depois, identificou-se diferença significativa para momento somente na condição

de RV original [$F(2,502)=9,038$, $p<0,001$, $\eta^2p=0,03$; poder=97%], tendo o primeiro momento (*stroop 1*) apresentado maior média.

Na etapa 2 do teste (etapa de identificação da PALAVRA) foi observado efeito principal para momento [$F(2,502)=4,845$, $p<0,01$, $\eta^2p=0,02$; poder=79%]. Através do teste de *post hoc* foi possível observar diferença significativa do *stroop 1* (linha de base) em relação ao *stroop 2* ($p=0,044$) e *stroop 3* ($p=0,022$), tendo o *stroop 1* (linha de base) apresentado a maior média de tempo de resposta em milissegundos.

Para a análise da etapa 3 do teste (etapa de identificação da COR da PALAVRA) foi verificado um efeito principal para condição [$F(2,502)=5,899$, $p=0,004$, $\eta^2p=0,02$; poder=86%] e para momento [$F(2,502)=5,500$, $p=0,004$, $\eta^2p=0,02$; poder=85%]. Por meio do teste de *post hoc* verificou-se que houve uma diferença significativa entre as condições de RV original e *fast* ($p=0,001$), tendo a condição original apresentado maior média do tempo em milissegundos. O teste de *post hoc* sinalizou diferença significativa entre os momentos *stroop 1* (linha de base) e *stroop 3* ($p=0,005$) e entre o momento *stroop 2* e *stroop 3* ($p=0,032$), tendo o primeiro momento, *stroop 1* (linha de base) apresentado a maior média, conforme observado na figura 8.

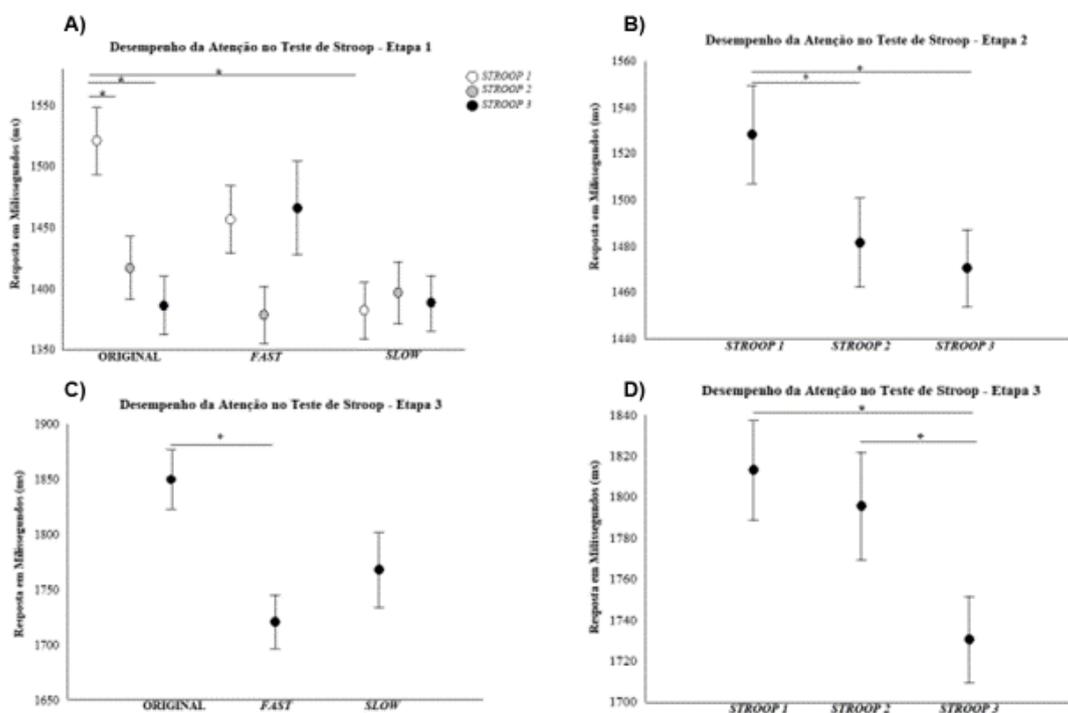


Figura 8. Desempenho dos participantes no Teste de Stroop. A) Interação estatisticamente significativa entre condição e momento na etapa 1 do teste. B) Efeito principal para momento na

etapa 2 do teste. C) Efeito principal para condição na etapa 3 do teste. D) Efeito principal para momento na etapa 3 do teste. O * representa o local da diferença significativa ou efeito principal ($p < 0,05$).

Análise Eletrofisiológica

Na análise eletrofisiológica foi observado no intervalo de tempo de 1s, interação tripla estatisticamente significativa entre condição, momento e área [$F(10,100)=2,553$; $p=0,040$; $\eta^2p=0,20$; poder=74%]. Na análise da interação, entre condições e momentos, foi possível observar efeito principal para condição na área das derivações pareadas T3-T4 [$F(2,38)=7,050$; $p=0,003$; $\eta^2p=0,271$; poder=89%] onde verificou-se por meio do teste de *post hoc* diferença significativa entre as condições RV *fast* e RV original ($p=0,022$) e entre RV *slow* e RV original ($p=0,003$), tendo os indivíduos da condição *slow* apresentado maior média do resultado de predominância da assimetria.

Já na área representada pelas derivações pareadas T5-T6 foi observada interação estatisticamente significativa entre condições e momentos [$F(2,32)=3,956$; $p=0,035$; $\eta^2p=0,20$; poder=63%]. Na análise desta interação, não houve diferença significativa entre as condições no momento antes da aplicação da RV ($p > 0,05$). Houve diferença significativa entre as condições somente após a aplicação do estímulo virtual [$F(2,36)=5,137$; $p=0,025$; $\eta^2p=0,22$; poder=66%] entre as condições de RV original e *slow* ($p=0,015$), observado pelo teste de *post hoc*, tendo a condição *slow* apresentado maior predominância da assimetria. Na análise intra condições, entre os momentos antes e depois, não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

Na análise da interação entre condições e áreas foi observado efeito principal para áreas no momento antes RV [$F(5,65)=10,102$; $p < 0,001$; $\eta^2p=0,44$; poder=99%] sendo notificado por meio do teste de *post hoc* diferença estatisticamente significativa entre as áreas F7-F8 e O1-O2 ($p=0,002$) com maior atividade de assimetria em F7-F8, realçando predominância hemisférica esquerda no CPFVL; T3-T4 e P3-P4 ($p=0,003$), T3-T4 e O1-O2 ($p < 0,001$), demonstrando uma maior média nos resultados de assimetria da área correspondente a T3-T4 e sinalizando predominância hemisférica esquerda, no CTA. Foi observado efeito principal para áreas no momento depois

[$F(5,70)=13,688$; $p<0,001$; $\eta^2p=0,49$; poder=100%] sendo observado pelo teste de *post hoc* diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) entre as áreas F3-F4 e O1-O2, F7-F8 e P3-P4, F7-F8 e O1-O2, T3-T4 e F3-F4, T3-T4 e P3-P4, T3-T4 e T5-T6, T3-T4 e O1-O2, tendo T3-T4 também apresentado maior predominância nos resultados de assimetria da banda teta, realçando a predominância da área esquerda no CTA.

Na análise da interação entre momentos e áreas observou-se efeito principal para áreas na condição da RV original [$F(5,70)=4,200$; $p=0,007$; $\eta^2p=0,23$; poder=86%], RV *fast* [$F(5,75)=9,604$; $p<0,001$; $\eta^2p=0,39$; poder=98%] e RV *slow* [$F(5,80)=8,999$; $p<0,001$; $\eta^2p=0,36$; poder=99%], sendo observado na condição de RV original, por meio do teste de *post hoc*, diferença significativa entre as áreas F7-F8 e O1-O2 ($p=0,008$) e T3-T4 e O1-O2 ($p=0,004$), sendo a região F7-F8 com maior média de predominância da assimetria no CPFVL. Na condição da RV *fast*, houve diferença estatisticamente significativa, entre as áreas F7-F8 e O1-O2 ($p=0,032$), T3-T4 e F3-F4 ($p<0,001$), T3-T4 e P3-P4 ($p<0,001$), T3-T4 e T5-T6 ($p=0,013$), T3-T4 e O1-O2 ($p<0,001$), com maior predominância de T3-T4. Da mesma forma, sucedeu-se para a condição da RV *slow*, com diferença significativa entre as áreas F7-F8 e O1-O2 ($p=0,009$), T3-T4 e P3-P4 ($p=0,004$), T3-T4 e T5-T6 ($p=0,012$), T3-T4 e O1-O2 ($p=0,006$). A predominância de assimetria da banda teta nesta análise foi observada em T3-T4. Os resultados eletrofisiológicos da interação tripla estão representados na figura 9.

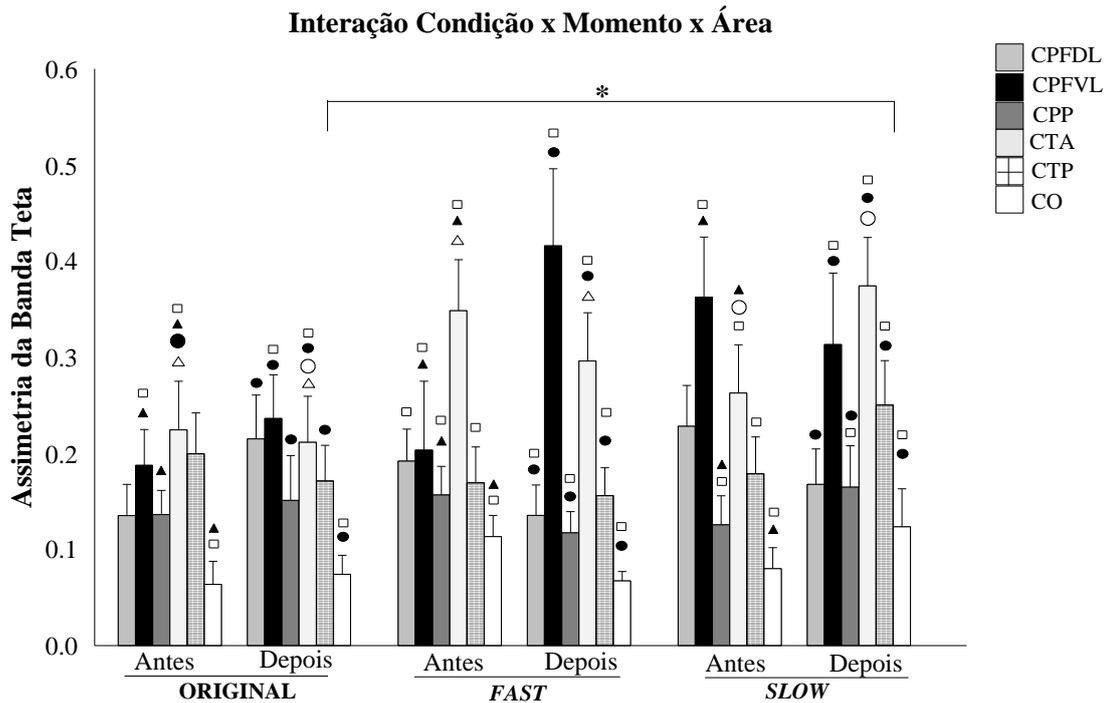


Figura 9. Comportamento da Assimetria da Banda Teta no intervalo de 1s. Interação tripla estatisticamente significativa entre condição, momento e área. O * representa o local da diferença significativa e os símbolos os efeito principais entre as áreas ($p < 0,05$).

Na análise eletrofisiológica para o intervalo de 4s foi observado efeito principal estatisticamente significativo para momento [$F(1,8)=5,976$, $p=0,040$; $\eta^2p=0,43$; poder=57%]. Os resultados indicaram que houve maior atividade de assimetria da banda teta no momento antes da aplicação da RV (figura 10).

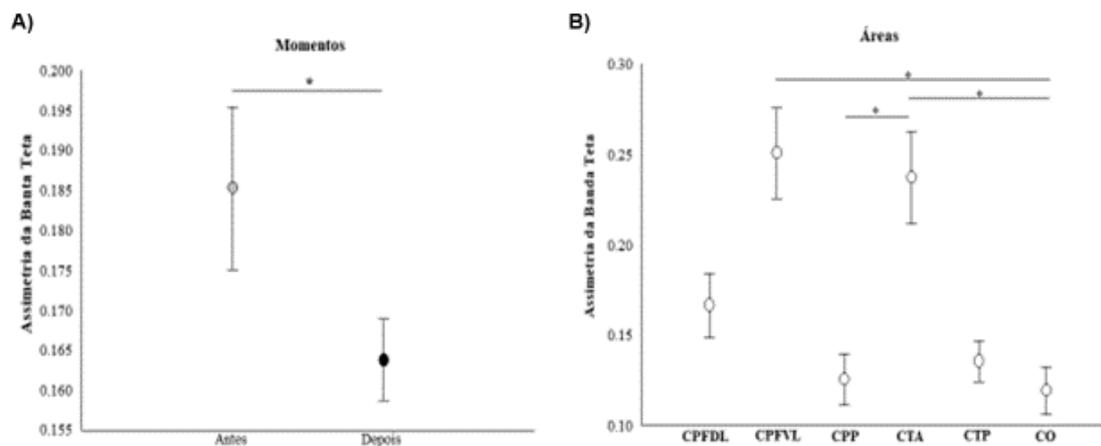


Figura 10. Comportamento da Assimetria da Banda Teta no intervalo de 4s e 9s. A) Efeito principal para momento no intervalo de 4s. B) Efeito principal para área no intervalo de 9s. O * representa o local da diferença significativa do efeito principal ($p < 0,05$).

No intervalo de 7s foi observado uma interação dupla estatisticamente significativa entre condições e momentos [$F(2,12)=6,113$, $p=0,045$; $\eta^2p=0,50$; poder=57%]. Na análise da interação entre as condições, foi observado efeito principal para condição no momento após a RV, na área F7-F8 [$F(2,38)=6,416$, $p=0,007$; $\eta^2p=0,25$; poder=82%] entre as condições de RV *fast* e RV *original* ($p=0,011$). Na análise intra condições foi identificado diferença significativa para momentos da RV *original* na área correspondente a T3-T4 [$F(1,20)=4,455$, $p=0,048$; $\eta^2p=0,18$; poder=52%], tendo o momento antes da aplicação da RV apresentado maior média na atividade de assimetria. Além destes achados, foi possível ser visualizado efeito principal estatisticamente significativo para momento representado pelas derivações pareadas O1-O2 [$F(1,12)=6,884$, $p=0,022$; $\eta^2p=0,36$; poder=67%], onde por meio do teste de *post hoc* foi refletido um aumento da atividade de assimetria da banda teta no momento após a aplicação da RV, conforme observado na figura 11.

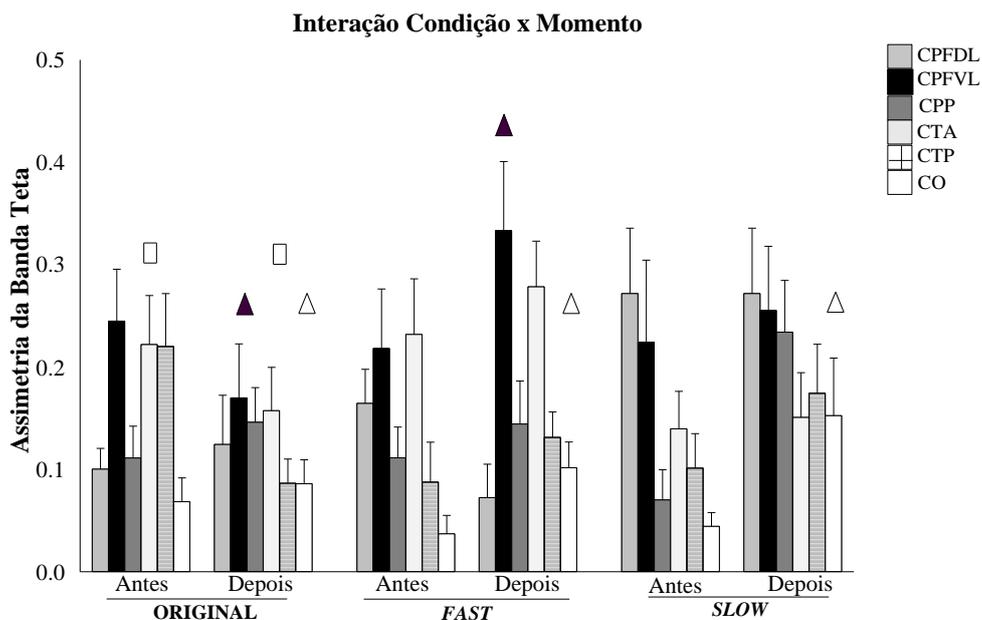


Figura 11. Comportamento da Assimetria da Banda Teta no intervalo de 7s. Interação dupla estatisticamente significativa entre condição e momento. Os símbolos representam o local da diferença significativa dos efeitos principais ($p < 0,05$).

Na análise eletrofisiológica para o intervalo de 9s foi observado efeito principal estatisticamente significativo para área cortical [$F(5,45)=10,956$, $p < 0,001$; $\eta^2 p = 0,55$; poder=99%], sendo sinalizado no teste de *post hoc* diferença estatisticamente significativa entre as áreas corticais representadas pelas derivações pareadas F7-F8 e O1-O2 ($p=0,004$), T3-T4 e P3-P4 ($p=0,012$), T3-T4 e O1-O2 ($p=0,004$), sendo possível observar maior atividade de assimetria da banda teta na região F7-F8 (figura 10).

Na análise da regressão, não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Demonstrando que, o número de erros não está associado com as oscilações da assimetria em teta.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo averiguar o desempenho e as modificações eletrofisiológicas de indivíduos submetidos a RV não-imersiva com alterações na velocidade do estímulo, durante a realização de uma tarefa de estimativa do tempo, tendo como hipóteses uma maior predominância cortical nas regiões relacionadas ao processamento temporal e visual, com predominância hemisférica direita, após a submissão do indivíduo ao estímulo, além do aumento da suscetibilidade aos erros na tarefa.

Os achados mostraram que as mudanças na velocidade, influenciaram o desempenho do indivíduo em diferentes momentos das janelas de intervalos de tempo, não seguindo um padrão, e mais evidente a diminuição do desempenho, com maior número de erros na condição original e após o estímulo. Além disso, foi evidenciado aumento da atividade de assimetria da banda teta no CPFVL, CTA, CTP e CO. Principalmente após a RV, sendo seus valores fortemente positivos, evidenciando assim, predominância hemisférica à esquerda, contrária às hipóteses do estudo.

Uma maior média de erros no desempenho da tarefa, registrado para o momento após o estímulo, é compreendido e suportado diante do fato de que a alteração da velocidade é uma das principais mudanças de estímulo que podem induzir a dilatação do tempo. Os erros por parte dos indivíduos, entretanto, após o estímulo do vídeo foram predominantes após a condição original, sem alteração de velocidade, contrapondo hipóteses de que a velocidade induziria maiores chances de erro. Isto provavelmente pode ter ocorrido devido ao fato de os ajustes manipulados de velocidade não terem sido drásticos para causar efeitos de impacto na execução da tarefa [8, 9].

A literatura consolida que os estímulos em movimento são interpretados como mais longos ou duradouros do que estímulos estáticos e que aqueles com mais mudanças são percebidos ainda mais longos que os com menos mudanças. Desta forma, qualquer estímulo dinâmico, mesmo que lento, é melhor percebido que um estático [6]. Considera-se, entretanto, que, indivíduos saudáveis são capazes de julgar a duração de um evento, o que nem sempre será constante. Diante disso, a predominância de erros na condição sem alterações na velocidade em nosso estudo, pode estar relacionada a uma não sistematização, ou integração dos estímulos da velocidade, ao ponto de não gerar uma recalibração neural, mas sim havendo uma adaptação ao movimento [7, 8].

A adaptação de movimento é conhecida por gerar efeitos diferenciais na duração aparente de um teste ou avaliação, dependendo se é estático ou dinâmico. Se o teste é conduzido meio a um estímulo em movimento, uma adaptação leva a uma compressão em duração aparente [55, 56]. Por outro lado, se o teste é estático, a adaptação leva a um resultado oposto - uma dilatação na duração aparente [57, 58]. Outro aspecto realçado pelos resultados, está relacionado ao vídeo selecionado, que considerou estudos investigativos prévios [59, 60], que relacionaram suas hipóteses com os achados encontrados de que, a experiência de presença espacial subjetiva é reforçada nas condições da montanha-russa com muitas pistas espaciais em comparação com a condição com apenas algumas pistas espaciais. Além disso, levou-se em consideração a atenção sustentada, ou seja, manter pelo tempo necessário o foco da atenção em estímulos específicos [61, 62]. A origem do foco e/ou atenção em uma determinada atividade é dividida em voluntária e involuntária. A voluntária está

diretamente ligada às motivações, interesses e expectativas pessoais. A involuntária é mediada pelas características dos estímulos, ou seja, ocorre diante de eventos inesperados no ambiente e o indivíduo não é o agente de escolha da sua atenção. Algumas características destes estímulos são: intensidade, alturas, tamanho, cor, novidade, movimentos, incongruências e repetições [63]. Desta forma, o vídeo selecionado não focava desenvolver a atenção sustentada no indivíduo ou mesmo investigar os detalhes e o efeito das direções (de subida, descida ou curvas), mas sim a influência da velocidade no produto final, e num contexto geral, promover um ambiente mais imersivo com foco na tarefa.

Neste contexto, os resultados demonstraram que, embora o objetivo tenha sido especificamente gerar uma maior imersão, há possibilidades do movimento característico da montanha russa (incongruências e aceleração específica, independente da manipulação da velocidade), ser um fator de influência neste resultado. Isto possivelmente pode esclarecer o não efeito de interação entre as condições original e *fast*, nem um efeito predominante da condição *fast* sob o erro, podendo ambas terem possuído uma sistematização semelhante. Assim, a duração percebida dos estímulos rápidos não foi significativamente diferente à dos estímulos estáticos. E os erros da estimativa do tempo concentraram-se apenas em torno das influências da condição original e *slow*. Um outro aspecto refere-se ao manipular a velocidade de um vídeo, mesmo que, com mesma duração, sendo ele lento ou rápido, os quadros por segundo são diretamente influenciados, apresentado configuração espacial diferente [11]. Além destes fatores, alguns estudos *crossover* demonstraram que, a reexposição pode proporcionar resultados tendenciosos, como o efeito de aprendizagem do indivíduo, em meio a uma tarefa ou estímulo. Desta forma, como não houve uma medida de análise da reexposição, isto possivelmente pode ter ocasionado alguma influência [64, 65].

Em relação ao teste de *Stroop*, não foram obtidos resultados significativos na medida de desempenho, do erro e acerto, e isto limita a conclusão sobre o efeito do estímulo sob a atenção do indivíduo. Um reajuste, todavia, ocorreu no tempo de resposta do participante, tendo as três etapas do teste apresentado efeitos estatisticamente significativos, tanto para condição quanto para momento. Estes efeitos são esperados para as etapas 2 e 3, visto que o indivíduo passa a ser inserido nestas etapas a uma situação de conflito [38]. Porém nos

resultados, também houve interação para a etapa 1, situação de não conflito. Isto indica que para cada etapa, a maior média de tempo de resposta ocorreu para o *stroop1*, momento que antecede a realização da tarefa e da reprodução do vídeo, e após a realização dos mesmos, esta média diminuiu consideravelmente, refletindo num menor tempo de resposta, e tanto na etapa 1 quanto 2, foi possível identificar que esse ajuste ocorreu após a condição original.

Nos resultados eletrofisiológicos, uma maior predominância cortical e correlação entre as áreas ocorreu no momento após a RV. Isto indica que o estímulo virtual não-imersivo pode influenciar na excitação da atividade cognitiva, por meio da tarefa. Intervenções não farmacológicas como o treinamento cognitivo e comportamental são evidenciadas a partir do conhecimento das teorias de plasticidade cerebral, a qual pode ser gerada através da interação em ambientes enriquecidos [66, 67].

Interações e diferenças significativas foram encontradas em todas as janelas de tempo da análise eletrofisiológica, e estas diferenças foram proeminentes a partir da influência da condição *slow*. Achado este que está de acordo com o estudo de Kashiwakura e Motoyosh [10], a qual mesmo não tendo avaliado o comportamento cortical, detectou em seu estudo que a condição *slow* foi quem mais promoveu alterações ao nível cortical.

Além disso, em nossos resultados houve a predominância de atividade dos CTA e CTP. Em pesquisas envolvendo tarefas de percepção do tempo, as áreas correlatadas de maior predominância são o CPFDL e o CPP [15]. Isto possivelmente pode ter ocorrido devido a associação do estímulo não imersivo à tarefa cognitiva, tendo em vista que o córtex temporal possui envolvimento com funções somatossensoriais, processamento visual, olfativo e auditivo. Além disso, a região temporal foi associada a uma série de funções como aprendizagem, memória e cognição [68, 69]. Assim, o vídeo poderia potencializar o processamento cognitivo desta região, principalmente quando associado à uma tarefa de estimativa do tempo. A predominância maior desta área foi observada nos intervalos de tempo de 1s. Existe uma diferença de comportamento cortical entre as janelas de tempo [3], isto provavelmente justifique em nosso estudo que em intervalos abaixo de 4s a atividade esteja mais voltada ao processamento sensorial.

Nos intervalos de tempo de 7s e 9s foi evidenciado que o CPFVL e o CO foram mais evidentes em sua predominância. Ao conhecer suas funções, supõe-se uma associação resultante dos efeitos visuais e de velocidade nos intervalos maiores, acima de 5s, sendo estas áreas relacionadas ao processamento de estímulos visuais (CO) e o CPVL conectado com áreas corticais temporais envolvidos no processamento de informações sobre objetos visuais [44, 70, 71], e está associado tanto à representação de informações de regra associado a pistas visuais e com o armazenamento e sequências de informação em memória de trabalho [72]. Levando-nos a acreditar que, nos intervalos de 7 e 9s o processamento possivelmente exigiu uma maior demanda cognitiva.

Os achados indicaram um padrão de assimetria da banda teta, no CTA. Isso pode ser compreendido quando se relaciona a função desta banda de frequência com os processos somatossensoriais. Os valores positivos do resultado eletrofisiológico direcionam a predominância hemisférica esquerda. De acordo com a hipótese deste estudo, os resultados apresentariam maior predominância do hemisfério direito devido sua função associada a orientação espacial, entretanto, devido ao estudo ter focado na avaliação ao nível comportamental quanto eletrofisiológico, apenas para a tarefa de estimativa do tempo, isto pode ter influenciado esse resultado, considerando que o hemisfério esquerdo é analítico, lógico e temporal, ao contrário do direito que é não temporal [73]. Um outro fator é a possibilidade do vídeo, com suas características específicas, não ter promovido um efeito de imersão suficiente para gerar interação nos resultados.

A partir da resposta do teste de associação, conclui-se que, o vídeo não exerceu efetivamente efeito sobre o desempenho da atividade cortical. Assim não se pode concluir que os efeitos de interação encontrados nos testes específicos de estatísticas foram ocasionados devido exposição ao estímulo. Semelhante fato ocorreu no estudo de Nyman et al. [11], onde a manipulação da velocidade parece ter sido sutil para gerar efeitos que não afetassem significativamente a estimativa de tempo. A partir da discussão dos resultados, identificou-se alguns pontos de limitação, que em estudo posterior poderá ser reproduzido com a adaptação dos mesmos, como por exemplo, delimitar a quantidade de repetições a ser realizada do teste de *Stroop*, restringindo apenas a dois momentos, antes e depois. Outro aspecto, é utilizar uma ferramenta de

medida não apenas atencional, mas de avaliação da memória também, sendo esta influenciadora do processamento do julgamento temporal. Utilizar ainda, uma medida de análise específica para o controle da reexposição do indivíduo frente à tarefa e ao vídeo,

Uma limitação que poderá ser corrigida e reproduzida em estudo posterior, é optar por um vídeo com menos mudanças nas taxas de quadros por segundo, em sua conformação original. Além de utilizar velocidades mais consideráveis e avaliar por meio do EEG, a atividade cortical exatamente durante a reprodução do vídeo e criar um *software* que manipule as velocidades simultaneamente a reprodução do vídeo. Desta forma, poder-se-á acompanhar possivelmente como as áreas corticais foram influenciadas pelo estímulo. Neste sentido, este tipo de *software* já está sendo desenvolvido no laboratório onde nosso estudo foi realizado.

Conclusão

Os estímulos visuais com mudanças de velocidade, por meio de realidade virtual não-imersiva gera mudanças no desempenho do indivíduo e ativa áreas corticais relacionadas ao processamento somatossensorial e cognitivo. Não se pode, entretanto, afirmar que estes resultados foram oriundos exclusivamente do efeito do estímulo virtual. Contudo, nosso estudo sugere uma nova perspectiva para se trabalhar com tarefas cognitivas de percepção do tempo, adaptando ambientes virtuais e velocidades para simular e compreender o comportamento do indivíduo quando exposto a alguma situação de risco provocada pelo ambiente inserido. Um novo desenho de estudo poderá manipular diferentes velocidades e o vídeo de origem do estímulo possuir maior aproximação com a realidade cotidiana, para comparar os resultados, completando nossos achados.

Conflito de interesses

Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

Agradecimentos

À Deus. Aos professores e colegas de laboratório LAMCEF e NITLAB, pelos ensinamentos compartilhados e parceria firmada. À minha família, por todo o apoio e confiança imprescindíveis.

Aprovação ética e consentimento para participação

Os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com os protocolos e os regulamentos éticos estabelecidos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (nº 1.610.197) e de acordo com os padrões éticos estabelecidos na Declaração de Helsinque de 1964.

Referências

1. ÖZGÖR C, ÖZGÖR SS, DURU AD, ALKAÇ UI. **How visual stimulus effects the time perception?** The evidence from time perception of emotional vídeos. *Cognitive Neurodynamics*, 2018, 12:357–363.
2. COULL J.T., CHENG R.K., MECK W.H. **Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing.** *Neuropsychopharmacology*, 2010, v. 36, p. 3-25.
3. ROCHA K, MARINHO V, MAGALHÃES F, RIBEIRO J, OLIVEIRA T, GUPTA DS, VELASQUES B, RIBEIRO P, CAGY M, LIMA G, TEIXEIRA S. **Low-frequency rTMS stimulation over superior parietal cortex medially improve time reproduction and increases the right dorsolateral prefrontal cortex predominance.** *International Journal of Neuroscience*, Jun 2018, 18:1-28.
4. BERRY AS, LI X, LIN Z, LUSTING C. **Shared and distinct factors driving attention and temporal processing across modalities.** *Acta Psychologica*, 2014, 147:42-50.
5. PENNEY TB, GIBBON J, MECK WH. **Differential effects of auditory and visual signals on clock speed and temporal memory.** *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 2000, 26(6):1770-87.
6. BROWN SW. **Time, change, and motion:** The effects of stimulus movement on temporal perception. *Perception & Psychophysics*, 1995, 57 (1), 105-116.
7. KANAI R, PAFFEN CL, HOGENDOORN H, VERSTRATEN FA. **Time dilation in dynamic visual display.** *Journal of Vision*, 2006, 6, 1421–1430.
8. KANEKO, S.; MURAKAMI, L. **Perceived duration of visual motion increases with speed.** *Journal of Vision*, July 2009, Vol.9, 14.

9. YAMAMOTO K, MIURA K. **Perceived duration of plaid motion increases with pattern speed rather than component speed.** *Journal of Vision*, 2012 12:1.
10. KASHIWAKURA S, MOTOYOSH I. **Relative Time Compression for Slow-Motion Stimuli through Rapid Recalibration.** *Frontiers in Psychology*, 2017, 8:1195.
11. NYMAN TJ; KARLSSON EPA; ANTFOLK J. **As time passes by: Observed motion-speed and psychological time during video playback.** *PLoS ONE*, Jun 2017, v.12, n.6.
12. GENOVESIO A, TSUJIMOTO S, WISE SP. **Feature-and order-based timing representations in the frontal cortex.** *Neuron*, 2009, 63:254-66.
13. CHARLES DP, GAFFAN D, BUCKLEY MJ. **Impaired recency judgments and intact novelty judgments after fornix transection in monkeys.** *Journal of Neuroscience*; 2004, 24:2037-44.
14. SHALLICE T., e BURGESS P. **The domain of supervisory processes and the temporal organization of behaviour.** *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 1996, 29;351(1346):1405-11.
15. FONTES R, RIBEIRO J, S. GUPTA D, MACHADO D, LOPES-JÚNIOR F, MAGALHÃES F, BASTOS VH, ROCHA K, MARINHO V, LIMA G, VELASQUES B, RIBEIRO P, ORSINI M, TEIXEIRA S. **Time perception mechanisms at central nervous system.** *Neurology International*; 2016, 8:5939.
16. MATELL MS, MECK WH. **Cortico-striatal circuits and interval timing: coincidence detection of oscillatory processes.** *Cognitive Brain Research* 2004, 21;139– 170.
17. WEISS PL, RAND D, KATZ N, KIXONY R. **Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool.** *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2004, 1:12.
18. FORTENBACHER D.L., BARTOLINI, A., DORNBOS, B., e TRAN, T. **Vision Therapy and Virtual Reality Applications.** *Advances in Ophthalmology and Optometry*, 2018, 3(1), 39–59.
19. GALDERISI S, MUCCIA A, COLPE U, BOUTROS N. **Evidence-based medicine and electrophysiology in schizophrenia.** *Clinical EEG and Neuroscience* 2009, 40, 62–77.
20. CARVALHO M R, VELASQUES BB, CAGY M, MARQUES JB, TEIXEIRA S, NARDI AE, PIEDADE R e RIBEIRO P. **Electroencephalographic findings in panic disorder.** *Trends psychiatry psychotherapy*, 2013, Rio de Janeiro, v. 35, n. 4.
21. DAVIDSON RJ. **EEG measures of cerebral asymmetry: conceptual and methodological issues.** *International Journal of Neuroscience*; 1988; 39(1-2):71-89.
22. VELASQUES B, MACHADO S, PORTELLA CE, SILVA JG, TERRA P, FERREIRA C, BASILE L, CAGY M, PIEDADE R, RIBEIRO P. **Cortical**

asymmetry: catching an object in free fall. Arquivos de Neuropsiquiatria; 2007; 65(3A):623-7. 20.

23. GONGORA M, PERESSUTI C, VELASQUES B, BITTENCOURT J, TEIXEIRA S, ARIAS-CARRIÓN O, CAGY M, RIBEIRO P. **Absolute Theta Power in the Frontal Cortex During a Visuomotor Task: The Effect of Bromazepam on Attention.** Clinical EEG Neuroscience; 2015, 46(4):292-8.

24. SAUSENG P, CONCI M, GEYER GWT. **Predictive coding in visual search as revealed by cross-frequency EEG phase synchronization.** Frontiers in Psychology. 2015; 6:1655.

25. HEYSELAAR E., MAZAHARI A., HAGOORT P., & SEGAERT K. **Changes in alpha activity reveal that social opinion modulates attention allocation during face processing.** NeuroImage, 2018, 174, 432–440.

26. BARNE LC, SATO JR, CAMARGO RY, CLAESSENS PME, CAETANO MS. **A common representation of time across visual and auditory modalities.** Neuropsychologia, 2018, 119, 223–232.

27. CARLINI A e FRENCH R. **Visual tracking combined with hand-tracking improves time perception of moving stimuli.** Scientific Reports, 2014, 4: 5363.

28. DURANT S, SULYKOS I, CZIGLER I. **Automatic detection of the duration of visual static and dynamic stimuli.** Brain Research, 2018, 1686; 34–41.

29. CORSI-CABRERA M, RAMOS J, GUEVARA MA, ARCE C, GUTIERREZ S. **Gender differences in the EEG during cognitive activity.** International Journal of Neuroscience, 1993, Vol. 72, pp. 257-264.

30. OLDFIELD, RC. **The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory.** Neuropsychologia; 1971, 9(1):97-113.

31. VIEIRA JK, REZENDE GX, ANASTÁCIO LB, FILHO RTF, BENEVIDES HCC, FONSECA JM, PEREIRA MVS, MOTA FM. **Prevalência de baixa acuidade visual em escolares.** Revista Brasileira de Oftalmologia. July/Aug 2018, Rio de Janeiro, vol.77 no.4.

32. LAIGNIER MR, CASTRO MA, SÁ PSC. **De olhos bem abertos:** investigando acuidade visual em alunos de uma escola municipal de Vitória. Escola Anna Nery, Jan./Mar 2010, Rio de Janeiro, vol.14 no.1.

33. CRUM RM, ANTHONY JC, BASSETT SS, FOLSTEIN MF. **Population-based norms for the Mini-Mental State Examination by age and educational level.** Journal of the American Medical Association (JAMA), 1993, 12;269(18):2386-91.

34. FERRETTI F, CASTANHA AC, PADOAN ER, LUTINSKI J, SILVA MR. **Quality of life in the elderly with and without chronic pain.** Brazilian Journal of Pain, Apr./June 2018, São Paulo, vol.1 no.2.

35. CARVALHO MR, COSTA RT, NARDI AE. **Simulator Sickness Questionnaire:** tradução e adaptação transcultural. Jornal Brasileiro de Psiquiatria. 2011, Rio de Janeiro, vol.60 no.4.

36. GLICKSOHN J, BERKOVICH-OHANA A, MAURO F, BEN-SOUSSAN TD. **Time Perception and the Experience of Time When Immersed in an Altered Sensory Environment.** *Frontiers in Human Neuroscience*; 2017, 11: 487.
37. SANTOS JC, BARROS FL, JUNIOR PVO, CARDOSO BCM, MARTINS ACG, SOUZA NS, TEIXEIRA SS, ORSINI M, BASTOS VHV. **Realidade virtual e facilitação neuromuscular proprioceptiva como abordagem para funcionalização do tempo de reação visual, equilíbrio dinâmico e força muscular.** *Revista Pesquisa em Fisioterapia*; Ago 2016, 6(3):223-235.
38. CÓRDOVA C, KARNIKOWSKI MGO, PANDOSSIO JE, NÓBREGA OT. **Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado – Testinpacs.** *Neurociências*; março-abril de 2008. Volume 4 • Nº 2.
39. BARBOSA DF, PRADA FJA, GLANNER MF, NÓBREGA OT, CÓRDOVA C. Resposta Cardiovascular ao Stroop: Comparação entre Teste Computadorizado e Verbal. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Apr. 2010, São Paulo, vol.94 no.4.
40. JASPER HH. **The ten twenty electrode system of International Federation.** *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*; 1958, 10:917-975.
41. DaSILVA AF, TRUONG DQ, DosSANTOS MF, TOBACK RL, DATTA A, BIKSON M. **State-of-art neuroanatomical target analysis of high-definition and conventional tDCS montages used for migraine and pain control.** *Frontiers in Neuroanatomy*. 2015 Jul 15; 9:89.
42. HUSAIN M, NACHEV P. **Space and the parietal cortex.** *Trends in Cognitive Sciences*; 2007, 11:30-6.
43. BUETI D, WALSH V. **The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes.** *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*; 2009, 364:1831-40.
44. BONELLI SB, POWELL RH, YOGARAJAH M, SAMSON RS, SYMMS MR, THOMPSON PJ, KOEPP MJ, DUNCAN JS. **Imaging memory in temporal lobe epilepsy: predicting the effects of temporal lobe resection.** *Brain*. 2010 Apr;133(Pt 4):1186-99.
45. GOTTLIEB J. **From thought to action: the parietal cortex as a bridge between perception, action, and cognition.** *Neuron*; 2007, 53:9-16.
46. VINGERHOETS G. **Contribution of the posterior parietal cortex in reaching, grasping, and using objects and tools.** *Frontiers in Psychology*; 2014, 5:151.
47. BISCHOF WF e BOULANGER P. **Spatial navigation in virtual reality environments: an EEG analysis.** *CyberPsychology & Behavior*, 2003, 6:487–495.
48. BASTOS VH, CUNHA M, VEIGA H, MCDOWELL K, POMPEU F, CAGY M, PIEDADE R, RIBEIRO B. **Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado de datilografia.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Nov./Dec, 2004, Niterói, vol.10 no.6.

49. BRAUNS I, TEIXEIRA S, VELASQUES B, BITTENCOURT J, MACHADO S, CAGY M, GONGORA M, BASTOS VH, MACHADO D, SANDOVAL-CARRILO A, SALAS-PACHECO J, PIEDADE R, RIBEIRO P, ARIAS-CARRIÓN O. **Changes in the theta band coherence during motor task after hand immobilization.** *International Archives of Medicine*, 2014, 7:51.
50. NAN W, MIGOTINA D, WAN F, LOU CI, RODRIGUES J, SEMEDO J, VAI MI, PEREIRA JG, MELICIO F, ROSA AC. **Dynamic peripheral visual performance relates to alpha activity in soccer players.** *Frontiers in Human Neuroscience*; 2014, 8: 913.
51. NA N., e SUK H.J. **Adaptive display luminance for viewing smartphones under low illuminance.** *Optics Express*, 2015, 23(13), 16912.
52. JACOBSON, L. **Realidade virtual em casa.** Rio de Janeiro, Berkeley, 1994.
53. HOPKINS WG, MARSHALL SW, BATTERHAM AM, HANIN J. **Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2009, 41(1):3-13.
54. FAYERS PM, MACHIN D. **Sample size: how many patients are necessary?** *British Journal of Cancer*, 1995, 72(1):1-9.
55. JOHNSTON A, ARNOLD D.H., and NISHIDA, S. **Spatially localized distortions of event time.** *Current Biology*; 2006, 16, 472–479.
56. BRUNO A., Ng, E., and JOHNSTON, A. **Motion-direction specificity for adaptation-induced duration compression depends on temporal frequency.** *Journal of Vision*. 2013, 13:19.
57. DROIT-VOLET, S., and WEARDEN, J. **Speeding up an internal clock in children? Effects of visual flicker on subjective duration.** *Quarterly journal of experimental psychology*. 2002. B 55, 193–211.
58. ORTEGA, L., GUZMAN-MARTINEZ, E., GRABOWECKY, M., and SUZUKI, S. **Flicker adaptation of low-level cortical visual neurons contributes to temporal dilation.** *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*. 2012; 38, 1380–1389.
59. CRAIG AD. **How do you feel? Interoception:** the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 2002, 3:655–666.
60. DAMASIO AR, GRABOWSKI TJ, BECHARA A., et al. **Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions.** *Nature Neuroscience* , 2000, 3:1049–1056.
61. DALGALARRONDO P. **A atenção e suas alterações – Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais** (pp. 71-73). Porto Alegre: Artes Médicas. 2000.
62. SARTER M, GIVENS B, BRUNO JP. **The cognitive neuroscience of sustained attention:** where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*; 2001, 35, 146-160.
63. LIMA RF. **Compreendendo os mecanismos atencionais.** *Ciências e Cognição*. 2005; Vol 06: 113-122.

64. FERRUCCI R, BRUNONI AR, PARAZZINI M, VERGARI M, ROSSI E, FUMAGALLI M, MAMELI F, ROSA M, GIANNICOLA G, ZAGO S, PRIORI A. **Modulating Human Procedural Learning by Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation.** *Cerebellum* (2013) 12:485–492.
65. BAPTISTA MQG, ASSIS GJA. **Treino sem Conseqüências Diferenciais: Importância Conceitual, Metodológica e Algumas Implicações Educacionais.** *Psicologia: Teoria e Pesquisa.* Mai-Ago 2002, Vol. 18 n. 2, pp. 149-160.
66. COTELLI, M.; MANENTI, R.; ZANETTI, O.; MINIUSI, C. **Non-pharmacological intervention for memory decline.** *Frontiers in Human Neuroscience.* 2012. v. 6, p. 46.
67. MORGANTI F. **Virtual interaction in cognitive neuropsychology.** *Studies in health technology and informatics.* 2006. v. 99, p. 55-70.
68. OLSON I.R., PLOTZKER, A., EZZYAT, Y. **The Enigmatic temporal pole: a review of findings on social and emotional processing.** *Brain.* 2007. 130 (7), 1718–1731.
69. WONG C, GALLATE J. **The function of the anterior temporal lobe: A review of the empirical evidence.** *Brain Research,* 2012, 1449 (2012) 94 – 116.
70. WEBSTER, M.J., BACHEVALIER, J. & UNGERLEIDER, L.G. **Connections of inferior temporal areas TEO and TE with parietal and frontal cortex in macaque monkeys.** *Cerebral Cortex,* 1994, 4, 470–483.
71. PETRIDES, M. e PANDYA, D.N. **Comparative cytoarchitectonic analysis of the human and the macaque ventrolateral prefrontal cortex and corticocortical connection patterns in the monkey.** *European Journal of Neuroscience.,* 2002, 16, 291–310.
72. BAXTER MG, GAFFAN D, KYRIAZIS DA, MITCHELL AS. **Ventrolateral prefrontal cortex is required for performance of a strategy implementation task but not reinforcer devaluation effects in rhesus monkeys.** *European Journal of Neuroscience,* 2009, Vol. 29, pp. 2049–2059.
73. HOSHINO K, CARAMASCHI S, SILVA AC, MICHELAN LD. **Especialização hemisférica cerebral e assimetrias comportamentais: o lado da cama tem gênero?** *Revista de Etiologia,* 2011. Vol 10, Nº 2, 83-91.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOVICH SV, FLUET GG, TUNIK E, MERIANS AS. Sensorimotor Training in Virtual Reality: A Review. **NeuroRehabilitation**, 25(1):29, (2009).

ALBRIGHT TD and STONER GR “Visual motion perception.” **Proceedings of the National Academy of Sciences**, vol. 92, no. 7, pp. 2433–2440, (1995).

ALLMAN MJ, MECK WH. Pathophysiological distortions in time perception and timed performance. **Brain**; 135, 656–677, (2012).

ANGHINAH R, KANDA PA, JORGE MS, LIMA EE, PASCUZZI L, MELO AC. Alpha band coherence analysis of EEG in healthy adult's and Alzheimer's type dementia patients. **Arquivos de Neuropsiquiatria**. 58(2A):272-5. Jun (2000).

APRIGIO D, ADOLFO W, BITTENCOURT J, GONGORA M, TEIXEIRA S, BASILE L, BUDDE H, CAGY M, RIBEIRO P, VELASQUES B. Alpha power oscillation in the frontal cortex under Bromazepam and Modafinil effects. **Arquivos de Neuropsiquiatria**; 73(11):918-23. Nov (2015).

BARBOSA DF, PRADA FJA, GLANNER MF, NÓBREGA OT, CÓRDOVA C. Resposta Cardiovascular ao Stroop: Comparação entre Teste Computadorizado e Verbal **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. vol.94 no.4 São Paulo (2010).

BARNE LC, SATO JR, CAMARGO RY, CLAESSENS PME, CAETANO MS. A common representation of time across visual and auditory modalities. **Neuropsychologia** 119, 223–232, (2018).

BASAR E, GUNTEKIN G. A review of brain oscillations in cognitive disorders and the role of neurotransmitters. **Brain Research**. 172 – 193, (2008).

BASTOS VH, CUNHA M, VEIGA H, MCDOWELL K, POMPEU F, CAGY M, PIEDADE R, RIBEIRO B. Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado de datilografia. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** vol.10 no.6 Niterói Nov./Dec, (2004).

BAUMGARTNER T, VALKO L, ESSLEN M, JANCKE L. Neural Correlate of Spatial Presence in an Arousing and Noninteractive Virtual Reality: An EEG and Psychophysiology Study. **CyberPsychology & Behavior**, 9(1), 30–45, (2006).

BERRY AS, LI X, LIN Z, LUSTING C. Shared and distinct factors driving attention and temporal processing across modalities. **Acta Psychologica**; 147:42-50, (2014).

BIAN Z, LI Q, WANG L, LU C, YIN S, LI X. Relative power and coherence of EEG series are related to amnesic mild cognitive impairment in diabetes. **Frontiers in Aging Neuroscience**. 6:11, (2014).

BISCHOF WF e BOULANGER P. Spatial navigation in virtual reality environments: an EEG analysis. **CyberPsychology & Behavior** 6:487–495, (2003).

BLOCK, RA.; GRUBER, R.P. Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta Psychologica*. v.149, pág.129–133, (2014).

BONELLI SB, POWELL RH, YOGARAJAH M, SAMSON RS, SYMMS MR, THOMPSON PJ, KOEPP MJ, DUNCAN JS. Imaging memory in temporal lobe epilepsy: predicting the effects of temporal lobe resection. *Brain.*;133(Pt 4):1186-99, Apr 2010.

BRAUNS I, TEIXEIRA S, VELASQUES B, BITTENCOURT J, MACHADO S, CAGY M, GONGORA M, BASTOS VH, MACHADO D, SANDOVAL-CARRILO A, SALAS-PACHECO J, PIEDADE R, RIBEIRO P, ARIAS-CARRIÓN O. Changes in the theta band coherence during motor task after hand immobilization. **International Archives of Medicine**, 7:51, (2014).

BROWN SW. Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. **Perception & Psychophysics**, 38 (2), 115-124, (1985).

BROWN SW. Time, change, and motion: The effects of stimulus movement on temporal perception. **Perception & Psychophysics**, 57 (1), 105-116, (1995).

BROWN SW, *Percept. Psychophys.* 59, 1118, (1997).

BUETI D, WALSH V. The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**; 364:1831-40, (2009).

BUHUSI CV, MECK WH: Relativity theory and time perception: single or multiple clocks. **Rev Plos One**, 4:e6268, (2009).

BUHUSI, C.; MECK, W.H. What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. **Nature Reviews Neuroscience**. pág.755–765, (2005).

BURR, D.; MORRONE, C. Time Perception: Space–Time in the Brain. **Current Biology**. v.16. n. 5, (2006).

CAMPANHA EV. Modulação atencional da percepção de tempo e suas relações com o envelhecimento e a doença de Alzheimer. Instituto de Ciências Biomédicas. Fisiologia Humana. São Paulo (2009).

CARLINI A e FRENCH R. Visual tracking combined with hand-tracking improves time perception of moving stimuli. **SCIENTIFIC REPORTS** | 4 : 5363, (2014).

CARTIER C, DINIZ C, DI GIROGIO L, BITTENCOURT J, GONGORA M, KEN TANAKA G, TEIXEIRA S, BASILE LF, NOVIS F, ANGÉLICA SILVEIRA L, AS SILVA R DE A, CAGY M, CHNIAUX E, RIBEIRO P, VELASQUES B. Changes in absolute theta power in bipolar patients during a saccadic attention task. **Psychiatry Research**. 30;228(3):785-90. AUG (2015).

CARVALHO M R, VELASQUES BB, CAGY M, MARQUES JB, TEIXEIRA S, NARDI AE, PIEDADE R e RIBEIRO P. Electroencephalographic findings in panic disorder. **Trends psychiatry psychother**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 4, (2013).

CHARLES DP, GAFFAN D, BUCKLEY MJ. Impaired recency judgments and intact novelty judgments after fornix transection in monkeys. **The Journal of Neuroscience**; 24:2037-44, (2004).

COGNÉ M, et al. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids: A systematic literature review. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine** (2016).

CÓRDOVA C, KARNIKOWSKI MGO, PANDOSSIO JE, NÓBREGA OT. Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado – Testinpacs. **Neurociências** • Volume 4 • Nº 2 • março-abril de (2008).

CORSI-CABRERA M, RAMOS J, GUEVARA MA, ARCE C, GUTIERREZ S. Gender differences in the EEG during cognitive activity. **International Journal of Neuroscience**, Vol. 72, pp. 257-264, (1993).

COULL J.T., CHENG R.K., MECK W.H. Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. **Neuropsychopharmacology**, v. 36, p. 3-25, (2010).

COULL JT, VIDAL F, NAZARIAN B, MACAR F. Functional anatomy of the attentional modulation of time estimation. **Science**. 5;303(5663):1506-8. Mar (2004).

CRAIG AD. How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. **Nature Reviews Neuroscience**. 3:655–666, (2002).

CRUM RM, ANTHONY JC, BASSETT SS, FOLSTEIN MF. Population-based norms for the Mini-Mental State Examination by age and educational level. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*. 12;269(18):2386-91; (1993).

DALGALARRONDO P. A atenção e suas alterações – Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais (pp. 71-73). Porto Alegre: Artes Médicas, (2000).

DAMASIO AR, GRABOWSKI TJ, BECHARA A., et al. Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. **Nature Neuroscience** 3:1049–1056, (2000).

DaSILVA AF, TRUONG DQ, DosSANTOS MF, TOBACK RL, DATTA A, BIKSON M. State-of-art neuroanatomical target analysis of high-definition and conventional tDCS montages used for migraine and pain control. **Frontiers in Neuroanatomy**. 15;9:89, (2015).

DAVIDSON RJ. EEG measures of cerebral asymmetry: conceptual and methodological issues. **International Journal of Neuroscience**; 39(1-2):71-89, (1988).

DOS SANTOS JC, BARROS FL, OLIVEIRA JUNIOR PV, CARDOSO BCM, MARTINS ACG, SOUZA NS, TEIXEIRA SS, ORSINI M, BASTOS VHV. Realidade virtual e facilitação neuromuscular proprioceptiva como abordagem para funcionalização do tempo de reação visual, equilíbrio dinâmico e força muscular. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**;6(3):223-235, (2016).

DROIT-VOLET, S. Time perception, emotions and mood disorders. **Journal of Physiology** - Paris. v.107. pág. 255–264, (2013).

DUCHESNE M E MATTOS P. Normatização de um teste computadorizado de atenção visual. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, (1997).

DURANT S, SULYKOS I, CZIGLER I. Automatic detection of the duration of visual static and dynamic stimuli. **Brain Research** 1686; 34–41; (2018).

EAGLEMAN DM. Human time perception and its illusions. **Current Opinion in Neurology**. 18, 131–136, (2008).

EL HAJ M, KAPOGIANNIS D. Time distortions in Alzheimer's disease: a systematic review and theoretical integration. **NPJ Aging and Mechanisms of Disease**; 2:16016, (2016).

FAYERS PM, MACHIN D. Sample size: how many patients are necessary? **British Journal of Cancer**, 72(1):1-9, (1995).

FERRETTI F, CASTANHA AC, PADOAN ER, LUTINSKI J, SILVA MR. Quality of life in the elderly with and without chronic pain. **Brazilian Journal of Pain**. vol.1 no.2 São Paulo Apr./June (2018).

FONTES R, RIBEIRO J, S. GUPTA D, MACHADO D, LOPES-JÚNIOR F, MAGALHÃES F, BASTOS VH, ROCHA K, MARINHO V, LIMA G, VELASQUES B, RIBEIRO P, ORSINI M, TEIXEIRA S. Time perception mechanisms at central nervous system. **Neurology International**; 8:5939, (2016).

FORTENBACHER D.L., BARTOLINI, A., DORNBOS, B., e TRAN, T. Vision Therapy and Virtual Reality Applications. **Advances in Ophthalmology and Optometry**, 3(1), 39–59, (2018).

FRAISSE P. The Psychology of Time. New York, NY: Harper & Row, (1963).

FRAISSE P. Perception and estimation of time. **Annual Review of Psychology**, 35:1-36, (1984).

GALDERISI S, MUCCI A, COLPE U, BOUTROS N. Evidence-based medicine and electrophysiology in schizophrenia. **Clinical EEG and Neuroscience**. 40, 62–77 (2009).

GENOVESIO A, TSUJIMOTO S, WISE SP. Feature-and order-based timing representations in the frontal cortex. **Neuron**, 63:254-66, (2009).

GEVINS, A. The future of electroencephalography in assessing neurocognitive functioning. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, 106: 165-172, (1998).

GEVINS A.; SMITH M.E.; MCEVOY, L.K.; LEONG, H.; Le, J. Electroencephalographic imaging of higher brain function. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**; 354:1125-1134, (1999).

GIBBON J, CHURCH RM, MECK WH. Scalar timing in memory. **Annals of the New York Academy of Sciences**; 423:52-77, (1984).

GIBBON J, MALAPANI C, DALE CL, GALLISTEL CR: Toward a neurobiology of temporal cognition: advances and challenges. **Current Opinion in Neurology**; 7:170–184, (1997).

GLICKSOHN J, BERKOVICH-OHANA A, MAURO F, BEN-SOUSSAN TD. Time Perception and the Experience of Time When Immersed in an Altered Sensory Environment. **Frontiers in Human Neuroscience**; 11: 487, (2017).

GONGORA M, PERESSUTI C, VELASQUES B, BITTENCOURT J, TEIXEIRA S, ARIAS-CARRIÓN O, CAGY M, RIBEIRO P. Absolute Theta Power in the Frontal Cortex During a Visuomotor Task: The Effect of Bromazepam on Attention. **Clinical EEG Neuroscience**; 46(4):292-8, (2015).

GROMMET E., DROIT-VOLET S., GIL S., HEMMES N.S., BAKER A.H., BROWN B.L. Time estimation of fear cues in human observers. **Behavioural Processes**, v. 86, p. 88-93, (2011).

GRONDIN S. Methods for studying psychological time. In: Grondin, S., editor. **Psychology of time**. Bingley, UK: Emerald; p. 51-74, (2008).

GRONDIN S. Timing and time perception: A review of recent behaviour and neuroscience findings and theoretical directions. **Attention, Perception, & Psychophysics**.; 72:561–582.10.3758/APP,72.3.561, (2010).

GOREA A, HAU J. Time in perspective. **Psychological Science**, 24, 1477–1486, (2013).

GOTTLIEB J. From thought to action: the parietal cortex as a bridge between perception, action, and cognition. **Neuron**; 53:9-16, (2007).

GUPTA, D.S. Processing of sub- and supra-second intervals in the primate brain results from the calibration of neuronal oscillators via sensory, motor, and feedback processes. **Frontiers in Psychology**, (2014).

HASHIMOTO Y, USHIBA J, KIMURA A, et al.: Change in brain activity through virtual reality-based brain-machine communication in a chronic tetraplegic subject with muscular dystrophy. **BMC Neuroscience**, 11: 117, (2010).

HASSAN, M.; DUFOR, O. MERLET, I.; BERROU, C.; WENDLING, F. EEG Source Connectivity Analysis: From Dense Array Recordings to Brain Networks. **PLoS ONE** 9(8): e105041, (2014).

HEYSELAAR E., MAZAHARI A., HAGOORT P., & SEGAERT K. Changes in alpha activity reveal that social opinion modulates attention allocation during face processing. **NeuroImage**, 174, 432–440; (2018).

HOLDEN MK, DYAR T. Virtual environment training: a new tool for rehabilitation. **Neurology Report**; 26: 62-67, (2002).

HOPKINS WG, MARSHALL SW, BATTERHAM AM, HANIN J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 41(1):3-13, (2009).

HUSAIN M, NACHEV P. Space and the parietal cortex. **Trends in Cognitive Sciences**; 11:30-6, (2007).

IVRY RB, SPENCER RMC. The neural representation of time. **Current Opinion in Neurology**;14:225-232, (2004).

JACOBSON, L. Realidade virtual em casa. Rio de Janeiro, Berkeley, 1994.

JAHANSHAHI M, JONES CR, ZIJLMANS J, KATSENSCHLAGER R, LEE L, QUINN N, FRITH CD, LEES AJ. Dopaminergic modulation of striato-frontal connectivity during motor timing in Parkinson's disease. **Brain**, 133:727–745, (2010).

JASPER HH. The ten twenty electrode system of International Federation. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**; 10:917-975, (1958).

JOZEFOWIEZ, J., et al. Trial Frequency Effects in Human Temporal Bisection: Implications for Theories of Timing. **Behavioural Processes**. v.101. pág. 81–88, (2014).

KANAI R, PAFFEN CL, HOGENDOORN H, VERSTRATEN FA. Time dilation in dynamic visual display. **Journal of Vision**. 6, 1421–1430, (2006).

KANEKO, S.; MURAKAMI, L. Perceived duration of visual motion increases with speed. **Journal of Vision**, Vol.9, 14, (2009).

KASHIWAKURA S, MOTOYOSH I. Relative Time Compression for Slow-Motion Stimuli through Rapid Recalibration. **Frontiers in Psychology**; 8:1195, (2017).

KOESSLER, L.; MAILLARD, L.; BENHADID, A.; VIGNAL, J.P.; FELBLINGER, J.; VESPIGNANI, H.; BRAUN, M. Automated cortical projection of EEG sensors: Anatomical correlation via the international 10–10 system. **NeuroImage** 46, 64–72, (2009).

KORNBROT DE, MSETFI RM, GRIMWOOD MJ. Time perception and depressive realism: judgment type, psychophysical functions and bias. **PLoS One**; 8:e71585, (2013).

LAIGNIER MR, CASTRO MA, SÁ PSC. De olhos bem abertos: investigando acuidade visual em alunos de uma escola municipal de Vitória. **Escola Anna Nery** vol.14 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar (2010).

LIMA RF. Compreendendo os mecanismos atencionais. **Ciências e Cognição**. Vol 06: 113-122, (2005).

LEWIS PA, MIALL RC. A right hemispheric prefrontal system for cognitive time measurement. **Behavioural Processes**;71:226-234, (2006).

LIAO F, ZHANG C, BIAN Z, XIE D, KANG M, LI X, WAN Y, CHEN R, YI M. Characterizing heat-sensitization responses in suspended moxibustion with. **Pain Medicine**;15(8):1272-81, (2014).

LUCAS M, CHAVES F, TEIXEIRA S, CARVALHO D, PERESSUTTI C, BITTENCOURT J, VELASQUES B, MENÉNDEZ-GONZÁLEZ M, CAGY M, PIEDADE R, NARDI AE, MACHADO S, RIBEIRO P, ARIAS-CARRIÓN O. Time perception impairs sensory-motor integration in Parkinson's disease. **International Archives of Medicine**; 6:39, (2013).

MAES PJ, LEMAN M, PALMER C, WANDERLEY MM. Action-based effects on music perception. **Frontiers in Psychology**; 3;4: 1008, (2014).

MACHADO D de CD, LIMA GC, SOUZA DOS SANTOS R, et al. Comparative Analysis Electroencephalographic of Alpha, Beta and Gamma Bands of a Healthy Individual and One with Hemiparesis. **Journal of Physical Therapy Science**; 26(6):801-804, (2014).

MAGALHÃES FE, RIBEIRO JA, ROCHA KM, BASTOS VH, ORSINI M, MARINHO FVC, DE OLIVEIRA AT, SILVA JÚNIOR FL, TEIXEIRA S. Modelos

de percepção do tempo: um novo paradigma para o fisioterapeuta. **Fisioterapia Brasil**; 17 (2), (2016).

MANAIA F, TEIXEIRA S, VELASQUES B, BITTENCOURT J, SALLES J, ARIAS-CARRIÓN O, BASILE LF, PERESSUTTI C, DE CARVALHO MR, CAGY M, PIEDADE R, RIBEIRO P, MACHADO S. Does immobilization of dependent hand promote adaptative changes in cerebral cortex? An analysis through qEEG asymmetry. **Neuroscience Letters**. 22; 538:20-5. Mar (2013).

MANERA V, CHAPOULIE E, BOUTGEOIS J, GUERCHOUCHE R, DAVID R, ONDREJ J, et al. (2016) A Feasibility Study with Image-Based Rendered Virtual Reality in Patients with Mild Cognitive Impairment and Dementia. **PLOS ONE** | /journal.pone.March 18, (2016).

MARQUES A, ROCHA N, QUEIRÓS C. Virtual reality and neuropsychology: a cognitive rehabilitation approach for people with psychiatric disabilities. **Methods**. 39-46, (2008).

MATELL MS, MECK WH. Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. **Bioessays**; 22(1):94-103, (2000).

MATELL MS, MECK WH. Cortico-striatal circuits and interval timing: coincidence detection of oscillatory processes. **Cognitive Brain Research** 21;139– 170; (2004).

MECK WH, PENNEY TB, POUTHAS V: Cortico-striatal representation of time in animals and humans. **Current Opinion in Neurology**, 18:145–152, (2008).

MELGARI J-M, CURCIO G, MASTROLILLI F, et al. Alpha and beta EEG power reflects L-dopa acute administration in parkinsonian patients. **Frontiers in Aging Neuroscience**. 6:302, (2014).

MERCHANT H, HARRINGTON DL, MECK WH. Neural basis of the perception and estimation of time. **Annual Review of Neuroscience**; 36:313-36, (2013).

MERIANAS AS, POIZNER H, BOIAN R, BURDEA G, ADAMOVICH S. Sensorimotor Training in a Virtual Reality Environment: Does It Improve Functional Recovery Post stroke? **Neurorehabilitation and Neural Repair**; 20(2), (2006).

MILLER A, TOMARKEN A. Task-dependent changes in frontal brain asymmetry: Effects of incentive cues, outcome expectancies, and motor responses. **Psychophysiology**, 500–511, (2001).

MIONI D, STABLUM F, MCCLINTOCK SM, GRONDIN S. Different methods for reproducing time, different results. **Attention, Perception, & Psychophysics**;76(3):675-81. Apr (2014).

NA N., e SUK H.J. Adaptive display luminance for viewing smartphones under low illuminance. **Optics Express**, 23(13), 16912, (2015).

NAKAYAMA K. “Biological image motion processing: a review.” **Vision Research**, vol. 25, no. 5, pp. 625–660, (1985).

NAN W, MIGOTINA D, WAN F, LOU CI, RODRIGUES J, SEMEDO J, VAI MI, PEREIRA JG, MELICIO F, ROSA AC. Dynamic peripheral visual performance

relates to alpha activity in soccer players. **Frontiers in Human Neuroscience**; 8: 913, (2014).

NYMAN TJ; KARLSSON EPA; ANTFOLK J. As time passes by: Observed motion-speed and psychological time during video playback. **PLoS ONE** v.12, n.6, jun, (2017).

OKAMOTO, M.; DAN, H.; SAKAMOTO, K.; TAKEO, K.; SHIMIZU, K.; KOHNO, S.; ODA, I.; ISOBE, S.; SUZUKI, T.; KOHYAMA, K.; DAN, I. Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10–20 system oriented for transcranial functional brain mapping. **NeuroImage** 21, 99–111, (2004).

OLDFIELD, RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**; 9(1):97-113, (1971).

ÖZGÖR C, ÖZGÖR SS, DURU AD, ALKAÇ UI. How visual stimulus effects the time perception? The evidence from time perception of emotional videos. **Cognitive Neurodynamics**; 12:357–363; (2018).

PAVÃO LS, SOUSA NVC, OLIVEIRA CM, CASTRO PCG, SANTOS MCM. O ambiente virtual como interface na reabilitação pós-AVE: relato de caso. **Fisioterapia em movimento**. vol.26 no.2 Curitiba Apr./June (2013).

PAZ CCSC et al. A influência aguda da prática mental sobre as oscilações corticais delta: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 375-386, Dec, (2012).

PENNEY TB, GIBBON J, MECK WH. Differential effects of auditory and visual signals on clock speed and temporal memory. **Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance**; 26(6):1770-87, (2000).

POLTI I, MARTIN B, VAN WASSENHOVE V. The effect of attention and working memory on the estimation of elapsed time. **Scientific Reports**; 8:6690, (2018).

PORTELLA, C.E.; SILVA, J.G.; MACHADO, S.; VELASQUES, B.; BASTOS, V.H.V.; VORKAPIC, C.F.; TERRA, P.; LOPES, V.; CAGY, M.; CARVALHO, E.; ORSINI, M.; BASILE, L.; PIEDADE, R.; RIBEIRO, P. EEG Spectral coherence inter and intrahemispheric during catching object fall task. **Arquivos de Neuropsiquiatria**; 65(1), (2007).

POYNTER D. Judging the duration of time intervals: a process of remembering segments of experience. **Advances in Psychology**. 59, 305–331, (1989).

ROBERT PH, KONIG A, AMIEVA H, ANDRIEU S, BREMOND F, BULLOCK R, et al. Recommendations for the use of serious games in people with Alzheimer's disease, related disorders and frailty. **Frontiers in Aging Neuroscience**; 6: 54, (2014).

ROCHA K, MARINHO V, MAGALHÃES F, RIBEIRO J, OLIVEIRA T, GUPTA DS, VELASQUES B, RIBEIRO P, CAGY M, LIMA G, TEIXEIRA S. Low-frequency rTMS stimulation over superior parietal cortex medially improve time reproduction and increases the right dorsolateral prefrontal cortex predominance. **International Journal of Neuroscience**. 18:1-28. Jun (2018).

RODRIGUES GP, PORTO CM. Realidade virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. **Interfaces Científicas** - Educação • Aracaju • V.01 • N.03 • p. 97-109 • jun. (2013).

RODRÍGUEZ SV, RODRÍGUEZ RP, RIFÓN LA, IGLESIAS MF. Trends on the Application of Serious Games to Neuropsychological Evaluation: A Scoping Review. **Journal of Biomedical Informatics**, (2012).

ROLIN RA, FOOKEN J, SPERING M, PAI DK. Perception of Looming Motion in Virtual Reality Egocentric Interception Tasks. **in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**. 1077-2626 (c) (2018).

SANEI, S.; CHAMBERS, J. A. Egg Sinal Processing. **John Wiley & Sons, Ltd.** (2007).

SANEI S, CHAMBERS JA. EEG Signal Processing. **Wiley-Interscience**; Edição: maio de (2013).

SANTANA CMF, LINS OG, SANGUINETTI DCM, SILVA FP, ANGELO TDA, CORIOLANO MGWS, CÂMARA SB, SILVA JPA. Efeitos do tratamento com realidade virtual não imersiva na qualidade de vida de indivíduos com Parkinson. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. vol.18 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar (2015).

SANTOS JC, BARROS FL, JUNIOR PVO, CARDOSO BCM, MARTINS ACG, SOUZA NS, TEIXEIRA SS, ORSINI M, BASTOS VHV. Realidade virtual e facilitação neuromuscular proprioceptiva como abordagem para funcionalização do tempo de reação visual, equilíbrio dinâmico e força muscular. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**; 6(3):223-235. Ago (2016).

SARTER M, GIVENS B, BRUNO JP. The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. **Brain Research Reviews**. 35, 146-160, (2001).

SAUSENG P, CONCI M, GEYER GWT. Predictive coding in visual search as revealed by cross-frequency EEG phase synchronization. **Frontiers in Psychology**.6:1655, (2015).

SHALLICE T., e BURGESS P. The domain of supervisory processes and the temporal organization of behaviour. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. 29;351(1346):1405-11, (1996).

SCHRAG A, JAHANSHANI M, QUINN N: What contributes to quality of life in patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry**, 69:308 312, (2000).

SILVA RR, MARCHESE CI. Uso da realidade virtual na reabilitação motora de uma criança com Paralisia Cerebral Atáxica: estudo de caso. **Fisioterapia e Pesquisa**. vol.22 no.1 São Paulo Jan./Mar (2015).

SMITH ME, MCEVOY LK, GEVINS A. Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. **Cognitive Brain Research**, 7: 389-404, (1999).

STAINES, W.R.; POPOVICH, C.; LEGON, J.K.; ADAMS, M.S. Early modality-specific somatosensory cortical regions are modulated by attended visual stimuli:

interaction of vision, touch and behavioral intent. **Frontiers in Psychology**; 5:351, (2014).

STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, 18(6), 643-662, (1935).

SU-YI H, TE-YUNG F, SHIH-CHING Y, MU-CHUN S, PA-CHUN W & VICTORIA Y. Three-dimensional, virtual reality vestibular rehabilitation for chronic imbalance problem caused by Ménière's disease: a pilot study. **Disability and Rehabilitation**, (2016).

TEIXEIRA S, MACHADO S, VELASQUES B, et al. Integrative parietal cortex processes: neurological and psychiatric aspects. **Journal of the Neurological Sciences**; 338:12-22, (2014).

TEKI S, GRUBE M, KUMAR S, GRIFFITHS TD. Distinct neural substrates of duration-based and beat-based auditory timing. **The Journal of Neuroscience**. 9;31(10):3805-12. Mar (2011).

VEIT J, HAKIM R, JADI MP, SEJNOWSKI TJ, ADESNIK H. Cortical gamma band synchronization through somatostatin interneurons. **Nature Neuroscience**; (7):951-959, (2017).

VELASQUES B, MACHADO S, PORTELLA CE, SILVA JG, TERRA P, FERREIRA C, BASILE L, CAGY M, PIEDADE R, RIBEIRO P. Cortical asymmetry: catching an object in free fall. **Arquivos de Neuropsiquiatria**;65(3A):623-7. 20, Sep (2007).

VIEIRA GP, DE ARAUJO DFGH, LEITE MAA, ORSINI M, CORREA CL. Realidade virtual na reabilitação física de pacientes com Doença de Parkinson. **Journal of Human Growth and Development**; 24(1): 31-41, (2014).

VIEIRA JK, REZENDE GX, ANASTÁCIO LB, FILHO RTF, BENEVIDES HCC, FONSECA JM, PEREIRA MVS, MOTA FM. Prevalencia de baixa acuidade visual em escolares. **Revista Brasileira de Oftalmologia**. vol.77 no.4 Rio de Janeiro July/Aug (2018).

VINGERHOETS G. Contribution of the posterior parietal cortex in reaching, grasping, and using objects and tools. **Frontiers in Psychology**; 5:151, (2014).

WHITNEY SL, SPARTO PJ, HODGES LF, et al. Responses to a virtual reality grocery store in persons with and without vestibular dysfunction. **CyberPsychology & Behavior**; 9:152–156, (2006).

WITTMAN M, PAULUS MP: Decision making, impulsivity and time perception. **Trends in Cognitive Sciences** 12:7–12, (2007).

WEISS PL, RAND D, KATZ N, KIXONY R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, 1:12, (2004).

YAMAMOTO K, MIURA K. Perceived duration of plaid motion increases with pattern speed rather than component speed. **Journal of Vision**. 12:1, (2012).

YOM C, CHO HY, LEE B. Effects of virtual reality-based ankle exercise on the dynamic balance, muscle tone, and gait of stroke patients. **Journal of Physical Therapy Science**. Vol. 27, No. 3, (2015).

ZAKAY D. The evasive art of subjective time measurement: Some methodological dilemmas. In: Block, RA., editor. **Cognitive models of psychological time**. Hillsdale, NJ: Erlbaum; p. 59-83, (1990).

APÊNDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convido você a participar voluntariamente de nossa pesquisa, respondendo ao teste de *Stroop*, o inventário de lateralidade e fazendo atividade de avaliação da percepção do tempo associada ao mapeamento cerebral por eletroencefalografia e assistindo vídeo de realidade virtual para a pesquisa “ESTÍMULO VIRTUAL COM ALTERAÇÕES DE VELOCIDADE MODIFICA O DESEMPENHO NA ESTIMATIVA DO TEMPO E ALTERA A ASSIMETRIA NA BANDA TETA DO CÓRTEX FRONTAL E TEMPORAL” realizada nos laboratórios de neurociências do campus Ministro Reis Velloso, LAMCEF e NITLAB. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final este documento. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Leia atentamente sobre as considerações do trabalho e assine no final, caso seja sua vontade em participar da pesquisa:

Declaração de Idade: Declaro que tenho 18 anos (ou mais) e que participarei por livre vontade do experimento deste estudo.

Objetivo: Entendo que o objetivo deste projeto é investigar os circuitos cerebrais envolvidos na tarefa de visualizar um objeto em uma tela de computador e em seguida apertar a tecla *enter* do computador afim de, verificar minha percepção do tempo. Além disso, tenho conhecimento que será realizado a reprodução de vídeos com óculos de realidade virtual. Além disso, será realizado a eletroencefalografia em todos os dias de coletas de dados, ou seja, três dias em uma semana. Em complemento responderei a um questionário de atenção.

Participação no estudo: Para participar deste estudo afirmo que tenho idade entre 18 e 30 anos, não fiz uso de produtos com cafeína há mais de 24h horas e não estou utilizando medicamentos controlados.

Detalhamento da técnica: A eletroencefalografia é um exame seguro, indolor e não invasivo, onde eletrodos são devidamente colocados sobre a superfície da cabeça com o intuito de registrar a atividade elétrica cerebral. A tarefa é um método seguro e não invasivo onde irei apertar um teclado do

computador após aparecer um estímulo visual na tela. Além disso, as atividades da escala de avaliação não promovem nenhum tipo de esforço físico ou mental.

Procedimentos: Os procedimentos são realizados com a utilização da eletroencefalografia durante a realização de tarefas (olhar o estímulo visual e apertar a tecla *enter*). Posteriormente assistirei vídeo de 15 minutos em realidade virtual sem utilização da eletroencefalografia. Após, novamente haverá captação eletroencefalográfica em para realizar as tarefas, e em momentos específicos responderei ao teste de atenção.

Confidencialidade: Entendo que todas as informações coletadas no estudo são confidenciais e que meu nome não será divulgado em momento algum. Entendo ainda que toda e qualquer informação será utilizada somente para fins acadêmicos. Os resultados do estudo serão publicados em revistas científicas e meu nome em nenhum momento será citado.

Riscos e benefícios: Os riscos e benefícios referentes ao estudo estão de acordo com o item V da resolução 466/12. Neste contexto, o risco referente à captação do sinal da eletroencefalografia relaciona-se com o aumento da ansiedade devido ao mapeamento cerebral possibilitar observar de alguma disfunção neurológica. Porém, isto será minimizado devido experiência do pesquisador em lidar com os sujeitos em pesquisa. Em especial, a atenção e explicação detalhada das etapas da pesquisa tendem a diminuir a ansiedade. Em complemento, o período de coleta dos dados é estimado em 60 minutos onde você estará confortavelmente sentado em uma cadeira com apoio dos braços. Porém, este período pode levar a dores musculares e/ou articulares. Para evitar esses efeitos você poderá interromper a coleta de dados em qualquer momento que apresente dor devido à postura continuada. Além disso, o pesquisador responsável ao perceber qualquer risco ou dano significativo do participante comunicará imediatamente ao Sistema CEP/CONEP. Os benefícios ao participante do estudo será direta ou indireta dependente do resultado das análises. Porém, em todo momento serão consideradas suas dimensões física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual.

Liberdade para interromper a participação: Este termo de Consentimento Livre e Esclarecido é feito em duas vias, sendo uma para o participante e a outra para o pesquisador. Além disso, como participante do estudo, posso desistir da pesquisa em qualquer tempo e qualquer dúvida ética

poderá ser resolvida no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (CEP-UFPI) pelo telefone (86) 3237-2332.

Identificação dos responsáveis pelo estudo:

Pesquisador: Maria Gabriela Cardoso Teles Monteiro Telefone (86) 99563-2277

E-mail: gabitelesmonteiro@hotmail.com

Orientador: Victor Hugo do Vale Bastos Telefone: (86) 99489-8852 E-mail:

victorhugobastos@ufpi.edu.br

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do participante

Parnaíba - PI _____/_____/_____

ANEXO I

INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO (OLDFIELD, 1971)

Por favor, indique sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades pela colocação do sinal + na coluna apropriada. Onde a preferência é tão forte que você nunca usaria a outra mão a menos que fosse forçado a usá-la, coloque ++. Se em algum caso a mão utilizada é realmente indiferente, coloque + em ambas as colunas.

Algumas das atividades requerem ambas as mãos. Nestes casos a parte da tarefa, ou objeto, para qual preferência manual é desejada é indicada entre parênteses.

Por favor, tente responder a todas as questões, e somente deixe em branco se você não tiver qualquer experiência com o objeto ou tarefa.

		Esquerda	Direita
1	Escrever		
2	Desenhar		
3	Arremessar		
4	Uso de tesouras		
5	Escovar os dentes		
6	Uso de faca (sem garfo)		
7	Uso de colher		
8	Uso de vassoura (mão superior)		
9	Acender um fósforo (mão do fósforo)		
10	Abrir uma caixa (mão da tampa)		

ANEXO II

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL. TRADUÇÃO (COM ALTERAÇÕES) PROPOSTA POR BERTOLUCCI ET AL.

ORIENTAÇÃO NO TEMPO (1 ponto por cada resposta correta)

Em que ano nós estamos?
Em que estação do ano nós estamos?
Em que mês nós estamos?
Em que dia da semana nós estamos?
Em que dia do mês nós estamos?

Nota: _____

ORIENTAÇÃO NO ESPAÇO

Em que Estado nós estamos?
Em que cidade nós estamos?
Em que bairro nós estamos?
O que é este prédio em que estamos?
Em que andar nós estamos?

Nota: _____

REGISTRO (contar 1 ponto para cada palavra corretamente repetida)
Agora, preste atenção. Eu vou dizer três palavras e o(a) Sr(a) vai repeti-las quando eu terminar. Certo? As palavras são: CARRO [pausa], VASO [pausa], BOLA [pausa]. Agora, repita as palavras para mim. [Permita cinco tentativas, mas pontue apenas a primeira]

Nota: _____

ATENÇÃO E CÁLCULO [Série de 7] (1 ponto para cada resposta correta. Se der alguma errada mas depois continuar a subtrair bem, considera-se as seguintes como corretas. Para ao fim de cinco respostas)

Agora eu gostaria que o(a) Sr(a) subtraísse 7 de 100 e do resultado subtraísse 7. Então, continue subtraindo 7 de cada resposta até eu mandar parar. Entendeu? [pausa]. Vamos começar: quanto é 100 menos 7? [Dê um ponto para cada acerto]

Se não atingir o escore máximo, peça: Solete a palavra MUNDO. Corrija os erros de soletração e então peça: Agora, solete a palavra MUNDO de trás para frente. [Dê um ponto para cada letra na posição correta. Considere o maior resultado]

Nota: _____

MEMÓRIA DE EVOCÇÃO (1 ponto para cada resposta)

Peça: Quais são as três palavras que eu pedi que o Sr(a) memorizasse? [Não forneça pistas]

Nota: _____

LINGUAGEM (1 ponto por cada resposta)

a) [Aponte o lápis e o relógio e pergunte]: O que é isto? (lápis) O que é isto? (relógio)

Nota: _____

b) Agora eu vou pedir para o Sr(a) repetir o que eu vou dizer. Certo? Então repita: “NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ”.

Nota: _____

c) Agora ouça com atenção porque eu vou pedir para o Sr(a) fazer uma tarefa: [pausa] Pegue este papel com a mão direita [pausa], com as duas mãos dobre-o ao meio uma vez [pausa] e em seguida jogue-o no chão.

Nota: _____

d) Por favor, leia isto e faça o que está escrito no papel. Mostre ao examinado a folha com o comando: FECHER OS OLHOS

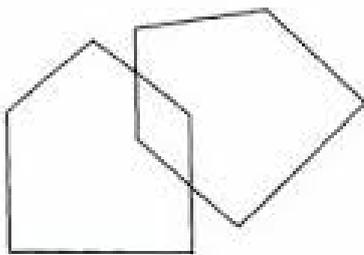
Nota: _____

e) Peça: Por favor, escreva uma sentença. Se o paciente não responder, peça: Escreva sobre o tempo. [Coloque na frente do paciente um pedaço de papel em branco e lápis ou caneta]

Nota: _____

Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correta)

Peça: Por favor, copie este desenho. [Apresente a folha com os pentágonos que se interseccionam]



Cópia:

Nota: _____

TOTAL:(Máximo de 30 pontos): _____

*Considera-se com defeito cognitivo: - analfabetos \leq 15 pontos

- 1 a 11 anos de escolaridade \leq 22- com escolaridade superior a 11 anos \leq 27

ANEXO III
REPRESENTAÇÃO DO TESTE DE STROOP
COMPUTORIZADO_TESTINPACS

