



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/UNIFAL-MG
Av. Jovino Fernandes Sales, 2.600 - Alfenas - MG - CEP 37133-840
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgcr/>



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS – UNIFAL/MG

MIQUELINE PIVOTO FARIA DIAS

**EFEITO IMEDIATO DA REALIDADE VIRTUAL SOBRE A ATIVIDADE
ELETROENCEFALOGRÁFICA E ELETROMIOGRÁFICA NO MEMBRO
SUPERIOR PARÉTICO APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO**

ALFENAS - MG

2018

MIQUELINE PIVOTO FARIA DIAS

**EFEITO IMEDIATO DA REALIDADE VIRTUAL SOBRE A ATIVIDADE
ELETROENCEFALOGRÁFICA E ELETROMIOGRÁFICA NO MEMBRO
SUPERIOR PARÉTICO APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Reabilitação pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Ciências da Reabilitação. Linha de pesquisa: Processo de avaliação, prevenção e reabilitação das disfunções neurológicas, cardiorrespiratórias, vasculares e metabólicas.
Orientadora: Dra Andréia Maria Silva
Co-orientadora: Dra Adriana Teresa Silva Santos

ALFENAS - MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca da Unidade Educacional Santa Clara da Universidade Federal de
Alfenas

Dias, Miqueline Pivoto Faria.

Efeito imediato da realidade virtual sobre atividade eletroencefalográfica e eletromiográfica no membro superior parético após acidente vascular encefálico / Miqueline Pivoto Faria Dias. -- Alfenas, MG, 2018.
98 f.

Orientador: Andréia Maria Silva.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Federal de Alfenas, 2018.
Bibliografia.

1. Acidente Vascular Encefálico. 2. Realidade Virtual. 3. Eletromiografia. 4. Eletroencefalograma. I. Silva, Andréia Maria . II. Título.

CDD-615.82



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-Graduação em Ciências da
Reabilitação/UNIFAL-MG
Av. Jovino Fernandes Salles, 2.600 Bairro Santa Clara Alfenas - MG CEP 37133-840
Fone: (35) 3701-1928 (Coordenação) / (35) 3701- 1925 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgcr/>



**ATA DO EXAME DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

No dia 16 de julho de 2018 de 13:30 à 15:30 horas, no Auditório de Fisioterapia, Unidade Educacional Santa Clara da Universidade Federal de Alfenas, foi realizada o **Exame de Defesa de Dissertação de Mestrado** da candidata **Miqueline Pivoto Faria Dias** que apresentou o trabalho intitulado "**Efeito agudo da realidade virtual no membro superior parético sobre a excitabilidade central e periférica após acidente vascular encefálico**". De acordo com os requisitos legais, a Banca Examinadora designada para proceder o exame, foi presidida pela **Profa. Dra. Andréia Maria Silva** e composta pela **Profa. Dra. Luciana Maria dos Reis** e **Prof. Dr. Marcos dos Santos Almeida**.

Após a arguição em sessão pública, a Banca deliberou considerar o candidato:

() Aprovado

() Reprovado

Para constar, foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Alfenas, 16 de JULHO de 2018.

Profa. Dra. Andréia Maria Silva *Andréia Maria Silva*

Profa. Dra. Luciana Maria dos Reis *Luciana Maria dos Reis*

Prof. Dr. Marcos dos Santos Almeida *Marcelo dos Santos Almeida*

Dedico a Deus, a minha família, aos professores, pacientes e amigos pelo apoio na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por ter me iluminado e dado força, coragem e discernimento durante toda a trajetória, e permitido que eu alcançasse todos os meus objetivos.

À minha família, pelo apoio durante todo o curso.

À Universidade Federal de Alfenas pela oportunidade oferecida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – Nível Mestrado, pela oportunidade de fazer parte da primeira turma.

À Prof^a Dra. Andréia Maria Silva, orientadora, pela dedicação, incentivo, conhecimentos transmitidos, e principalmente pela confiança depositada na realização deste trabalho. Agradeço a sua presença, paciência, discernimento e empenho em prestar seu auxílio, especialmente nos dias das coletas dos dados e das análises e processamentos dos sinais. Sem sua extrema dedicação e conhecimento este trabalho não seria possível.

À Prof^a Dra. Adriana Teresa Silva, por ter me incentivado desde a graduação a seguir a área acadêmica e por todos os esclarecimentos que me proporcionou durante esta caminhada.

Aos queridos pacientes pela disponibilidade, força de vontade, e comprometimento em participar deste estudo.

Aos meus amigos da Clínica Patclin de Santa Rita do Sapucaí/MG, que me apoiaram e se disponibilizaram a me ajudar na avaliação dos pacientes.

Agradeço a agência de fomento FAPEMIG edital 033/2016, pelo apoio a pesquisa e FAPEMIG/UNIVERSAL – APQ – 02976-17.

A todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho, meus agradecimentos.

RESUMO

Introdução Indivíduos acometidos por Acidente Vascular Encefálico (AVE) apresentam limitação nas atividades de vida diária, devido ao membro superior ser o mais acometido. Uma das intervenções utilizadas para reabilitação destes pacientes é a Realidade Virtual (RV), sendo uma técnica que propicia estimulação motora e cognitiva integradas para esses pacientes. **Objetivo** Avaliar o efeito imediato da realidade virtual para o membro superior parético sobre a excitabilidade central e periférica em indivíduos após AVE. **Materiais e Métodos** Trata-se de um Ensaio Clínico Randomizado Controlado Cego, realizado em um único atendimento. Participaram do estudo 27 indivíduos hemiparéticos; acometidos por AVE isquêmico; tempo de lesão em meses G1 (n: 13) $81,76 \pm 25,56$ e G2 (n=14) $102,92 \pm 24,23$; com idade de $53,70 \pm 12,08$, sendo 15 homens e 12 mulheres. Foram avaliados através do Mini-Mental; pela Escala *Ashworth* Modificada, Escala *Fugl-Meyer* e através do Escala de Acidente Vascular Encefálico do Instituto Nacional de Saúde (NIHSS). Os pacientes foram randomizados em grupo controle, com 13 indivíduos (hemiparesia a direita: 8 e hemiparesia a esquerda: 5) e grupo intervenção com 14 participantes (hemiparesia a direita: 7 e hemiparesia a esquerda: 7). Os pacientes do grupo intervenção foram submetidos a quatro minutos de treino de Realidade Virtual oferecido pelo Xbox através do jogo *Fruit Ninja*, que exige movimentos ativos de ombro e cotovelo. O grupo controle executou os mesmos movimentos ativos, no entanto sem o estímulo do jogo de RV. Foi realizada a avaliação eletromiográfica dos músculos deltóide anterior e bíceps braquial, do membro acometido, com os indivíduos em repouso; em contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e durante a execução dos movimentos ativos em ambos os grupos. Foi avaliada também a atividade eletroencefalográfica em repouso e durante a atividade proposta, em ambos os grupos. Para análise estatística utilizou-se o teste *Shapiro-wilk* e para comparação o teste t independente; *Mann-Whitney*; ANOVA; ANOVA ONE WAY; *Friedman*; *Friedman* seguido de *Wilcoxon* e para correlação teste de *Spearman*. **Resultados** Na avaliação da excitabilidade central (EEG), considerando os canais do hemisfério direito (HD), foram observadas diferenças estatísticas para os dados de frequência para o canal FC6; e para os dados de potência nos canais AF4 e FC6 para o grupo G2-RV, e F8 para o grupo G1. Na análise do hemisfério esquerdo (HE) e do lado acometido (LA) houve modificações do padrão de recrutamento neural respectivamente para os dados de frequência no canal F7 e F0 (F7/F8) para o grupo G2-RV. Na avaliação da excitabilidade periférica (EMG) foram encontradas diferenças estatísticas na comparação

intragrupos para o músculo bíceps braquial (BB) ($p=0,000$) e deltóide anterior (DA) ($p=0,041$), sem alterações intergrupos. Na análise da correlação entre a excitabilidade central e periférica em ambos os grupos, foi demonstrado que à medida que aumenta a excitabilidade central (EEG), aumenta a excitabilidade periférica (EMG). Em relação ao desempenho dos indivíduos entre os minutos de execução do jogo quanto a pontuação obtido em cada minuto, não foram observadas diferenças estatísticas. **Conclusão** O treino com uso de RV promoveu alterações imediatas na excitabilidade central, com aumento do recrutamento neural principalmente no hemisfério direito, para os canais FC6, AF4 e F8, correspondentes as áreas pré-central, motora primária e frontal. Modificações no padrão da atividade do músculo deltóide anterior e bíceps braquial, do membro superior parético, também foram observadas após o treino de RV. O presente estudo demonstrou uma correlação forte e positiva entre a EMG e a EEG para o grupo intervenção, sem alterações significativas para o grupo controle.

Palavras-chave: Acidente Vascular Encefálico, Realidade Virtual, Eletromiografia, Eletroencefalograma, Reabilitação.

ABSTRACT

Introduction Individuals affected by stroke present a limitation in daily life activities, because the upper limb is the most affected. One of the interventions used to rehabilitate these patients is Virtual Reality (VR), a technique that provides integrated motor and cognitive stimulation for these patients. **Objective** To evaluate the immediate effect of the virtual reality for the paretic upper limb on central and peripheral excitability in individuals after stroke. **Materials and Methods** This is a Blind Controlled Randomized Clinical Trial, performed in a single care. Twenty-seven hemiparetic subjects participated in the study; ischemic stroke; time of injury in months G1 (n: 13) 81.76 ± 25.56 and G2 (n = 14) 102.92 ± 24.23 ; with age of 53.70 ± 12.08 , being 15 men and 12 women. They were evaluated through the Mini-Mental; the Modified Ashworth Scale, the Fugl-Meyer Scale, and the National Institutes of Health (NIHSS) Vascular Stroke Scale. The patients were randomized into a control group, with 13 individuals (right hemiparesis: 8 and left hemiparesis: 5) and intervention group with 14 participants (right hemiparesis: 7 and left hemiparesis: 7). The patients in the intervention group underwent four minutes of Virtual Reality training offered by the Xbox through the game Fruit Ninja, which requires active shoulder and elbow movements. The control group performed the same active movements, however without the stimulation of the RV game. The electromyographic evaluation of the anterior deltoid muscles and the biceps brachial of the affected limb were performed with the individuals at rest; in maximal voluntary isometric contraction (MVIC) and during the execution of the active movements in both groups. Electroencephalographic activity at rest and during the proposed activity was also evaluated in both groups. Statistical analysis was used the Shapiro-wilk test and for comparison the independent t test; Mann-Whitney; ANOVA; ANOVA ONE WAY; Friedman; Friedman followed by Wilcoxon and for correlation Spearman Test. **Results** The central excitability (EEG) evaluation, considering the right channels (HD), statistics differences for the frequency data for the FC6 channel were observed; and for the power data in the AF4 and FC6 channels for the G2-RV group, and F8 for the G1 group. In the left hemisphere (HE) and the affected side (LA) analyzes, there were changes in the neural recruitment pattern for the frequency data in channel F7 and F0 (F7 / F8) for the G2-RV group. In the peripheral excitation (EMG), statistical differences were found in the ingestion for the brachial biceps muscle (BB) ($p = 0.000$) and anterior deltoid muscle (AD) ($p = 0.041$), without intergroup alterations. The analysis of the dynamics between central and peripheral excitation in both groups was promoted by the measure that increases central excitability

(EEG), increases peripheral excitability (EMG). Regarding the performance of the years between the minutes of execution of the game as a score attributed to each minute, the statistical difference was not observed. **Conclusion** The training with VR promoted immediate changes in central excitability, with increased neural recruitment mainly in the right hemisphere, for the channels FC6, AF4 and F8, corresponding to the pre-central, primary and frontal motor areas. Modifications in the pattern of the activity of the anterior deltoid muscle and brachial biceps of the paretic upper limb were also observed after VR training. The present study demonstrated a strong and positive correlation between EMG and EEG for the intervention group, without significant changes for the control group.

Key words: Stroke, Virtual Reality, Electromyography, Electroencephalogram, Rehabilitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fluxograma do estudo através do diagrama CONSORT.....	30
Figura 2	A. Deltóide anterior. B. Bíceps braquial.....	36
Figura 3	Momento da coleta do sinal eletromiográfico durante o jogo de RV.....	37
Figura 4	A. “Headset” do <i>Emotiv Epoc</i> . B. Tela do <i>Emotiv Control</i> Painel indicando a localização e o bom funcionamento dos eletrodos.....	39
Figura 5	Posicionamento dos eletrodos do <i>Emotiv Epoc headset</i>	39
Figura 6	Posicionamento do <i>Emotiv Epoc</i> headset na cabeça do paciente.....	39
Figura 7	Sinal eletroencefalográfico de um paciente coletado durante a execução do jogo....	40
Figura 8	Momento da coleta do sinal eletroencefalográfico durante o jogo de RV.....	41
Figura 9	Paciente executando o movimento de “cortar frutas” sem estímulo virtual.....	43
Figura 10	A. Tela inicial para escolha da modalidade do jogo. B. Tela do Jogo <i>Fruit Ninja</i>	44
Figura 11	Paciente executando o jogo <i>Fruit Ninja</i>	44
Figura 12	Diagrama dos procedimentos do estudo.....	46
Figura 13	Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério direito, comparação intergrupos.....	51
Figura 14	Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério direito, comparação intragrupos.....	52
Figura 15	Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério esquerdo, comparação intergrupos.....	53
Figura 16	Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério esquerdo, comparação intragrupos.....	54
Figura 17	Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do lado acometido, comparação intergrupos.....	55
Figura 18	Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do lado acometido, comparação intragrupos.....	56
Figura 19	Atividade eletromiográfica dos músculos BB e DA na comparação intergrupos..	58
Figura 20	Atividade eletromiográfica dos músculos BB e DA na comparação intragrupos..	59
Figura 21	Desempenho (pontuação) dos participantes.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características sociodemográficas da amostra: dados quantitativos.....	48
Tabela 2	Características clínicas da amostra.....	49
Tabela 3	Correlação entre a excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) do grupo controle lado acometido.....	62
Tabela 4	Correlação entre a excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) do grupo intervenção lado acometido.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACI	- Análise de Componentes Independentes
AIT	- Ataque Isquêmico Transitório
AVE	- Acidente Vascular Encefálico
AVEI	- Acidente Vascular Encefálico Isquêmico
AVEH	- Acidente Vascular Encefálico Hemorrágico
BB	- Bíceps Braquial
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
CIVM	- Contração Isométrica Voluntária Máxima
CNS	- Conselho Nacional de Saúde
DALYs	- Anos de vida ajustados pela incapacidade
DA	- Deltóide Anterior
EEG	- Eletroencefalograma
EFM	- Escala Fugl-Meyer
EMG	- Eletromiografia de superfície
GBD	- Incidência Global de Doenças 2013
HD	- Hemisfério direito
HE	- Hemisfério acometido
ICC	- Interface Cérebro-Computador
LA	- Lado acometido
MAS	- Escala de Ashworth Modificada
MEEM	- Mini-Exame do Estado Mental
NIHSS	- Escala de Acidente Vascular Encefálico do Instituto Nacional de Saúde
OMS	- Organização Mundial da Saúde
PET	- Tomografia por Emissão de Pósitrons
RMF	- Ressonância Magnética Funcional
RMS	- Raiz quadrada da média dos quadrados
RV	- Realidade Virtual
SNC	- Sistema Nervoso Central
SPSS	- Soluções estatísticas de produtos e serviços
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas

WSO - Organização Mundial do Acidente Vascular Encefálico

YLDs - Anos vividos com incapacidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Acidente Vascular Encefálico (AVE).....	17
2.2	Neuroplasticidade e Aprendizagem Motora.....	19
2.3	Realidade Virtual.....	21
2.4	Reabilitação de pacientes com AVE e o uso da RV.....	22
2.5	Eletroencefalograma (EEG)	23
2.6	Eletromiografia de superfície (EMG).....	24
3	OBJETIVOS	26
3.1	Geral.....	26
3.2	Específicos.....	26
4	HIPÓTESE.....	27
5	JUSTIFICATIVA	28
6	MATERIAL E MÉTODOS	29
6.1	Caracterização da pesquisa.....	29
6.2	População e amostra	29
6.3	Critérios de inclusão	30
6.4	Critérios de exclusão	31
6.5	Randomização e mascaramento.....	31
6.6	Instrumentos	31
6.6.1	Instrumento utilizado para seleção da amostra.....	32
6.6.1.1	Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)	32
6.6.1.2	Escala de Ashworth Modificada (MAS)	33
6.6.2	Instrumentos utilizados para avaliação da amostra selecionada.....	33
6.6.2.1	Instituto Nacional de Escala de Saúde do AVC (NIHSS)	33
6.6.2.2	Escala Fugl-Meyer (EFM).....	34
6.6.2.3	Avaliação da excitabilidade periférica – eletromiografia de superfície (EMG).....	35
6.6.2.3.1	Processamento e análise dos dados eletromiográficos	37
6.6.2.4	Avaliação da excitabilidade central - Eletroencefalograma (EEG).....	37
6.6.2.4.1	Processamento e análise dos dados eletroencefalográficos.....	41
7	PROCEDIMENTOS DE INTERVENÇÃO	43
7.1.	Grupo 1: Controle.....	43

7.2.	Grupo 2: Realidade Virtual - Kinect.....	43
8	PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	46
9	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	47
10	RESULTADOS	48
10.1	Característica da amostra.....	48
10.2	Avaliação da excitabilidade do córtex frontal, pré-frontal e motor primário - EEG.....	50
10.3	Avaliação da excitabilidade dos músculos Bíceps Braquial e Deltóide Anterior – Eletromiografia de superfície.....	57
10.4	Desempenho do Grupo 2 - Realidade Virtual durante a execução do jogo.....	60
10.5	Correlação entre a excitabilidade cerebral e muscular do grupo controle e grupo intervenção para o lado acometido pela lesão.....	60
11	DISCUSSÃO	66
11.1	Características da amostra	66
11.2	Comparações da atividade eletroencefalográfica entre os grupos e entre os tempos de avaliação.	67
11.3	Comparações da atividade eletromiográfica entre os grupos e entre os tempos de avaliação.	72
11.4	Desempenho do Grupo 2 - Realidade Virtual durante a execução do jogo.....	73
11.5	Correlação entre a atividade eletroencefalográfica e atividade eletromiográfica entre os grupos.	74
12	CONCLUSÃO.....	77
13	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	APÊNDICE 1 - AUTORIZAÇÃO DA SECRETARIA DE SAÚDE - CARTA DE AUTORIZAÇÃO.....	87
	APÊNDICE 2 – AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA DE ENFERMAGEM	89
	APÊNDICE 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	90
	ANEXO 1 - MINI EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)	91
	ANEXO 2 – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS DADOS DEMOGRÁFICOS	92
	ANEXO 3 - ESCALA DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO DO INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE (NIHSS).....	93
	ANEXO 4 - ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA (MAS)	96
	ANEXO 5 - ESCALA FUGL-MEYER – MEMBRO SUPERIOR	97

1 INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é caracterizado por um déficit neurológico consequente de um distúrbio circulatório, com duração superior à 24 horas, podendo levar à incapacidades e morte (WHO, 1978). As sequelas geradas pelo AVE dependem da extensão e localização da lesão encefálica. Essa patologia, que se tornou um problema de saúde pública a nível mundial, pode ser classificada como isquêmica ou hemorrágica (RAFII; HILLI, 2006).

Uma das manifestações clínicas após AVE caracteriza-se por hemiparesia ou hemiplegia do lado oposto à lesão hemisférica cerebral. A hemiparesia é caracterizada por fraqueza muscular que pode ocorrer devido a perda ou diminuição do recrutamento de unidades motoras ou das modificações fisiológicas no músculo parético. Já a hemiplegia, a perda de movimento do membro afetado (ZOROWITZ; GILLARD; BRAININ, 2013).

A maioria das pessoas acometidas pelo AVE demonstra dificuldade de movimentação do membro superior e inferior afetado, limitando seu desempenho nas atividades de vida diária (STROKE WORKING PARTY, 2016).

Dessa forma, o objetivo principal de um plano de tratamento fisioterapêutico para o paciente acometido pelo AVE é a recuperação da funcionalidade. A execução de movimentos ativos, com intensidade, repetição, especificidade à tarefa e com motivação favorecem o processo de neuroplasticidade principalmente no córtex sensório-motor lesionado (LEFEBVRE, *et al.*, 2013).

Uma técnica que propicia estimulação a nível motor e cerebral, principalmente do córtex pré-frontal é a Realidade Virtual (RV). Através do estímulo de múltiplas modalidades sensoriais o indivíduo pode interagir em uma interface de ambiente virtual que se assemelha a eventos reais (ACKERMAN; KANFER; CALDERWOOD, 2010).

Estudos tem demonstrado que a RV tem sido cada vez mais utilizada na reabilitação neurológica, principalmente na recuperação da função motora no paciente após AVE. O ambiente virtual pode representar uma alternativa para o paciente reaprender ou retomar as funções sensório-motoras. A repetição do movimento, a abordagem multissensorial e o feedback visual, que se assemelha a uma atividade real, promovem estímulo para a plasticidade cerebral (KIM, *et al.*, 2015).

O lobo frontal apresenta grande relevância no processo de reabilitação do paciente com AVE. Principalmente o córtex pré-frontal é responsável pela memória, pela antecipação das

conseqüências, planejamento e estratégias de organização. Caracteriza-se por uma das áreas corticais situadas na parte mais anterior dos lobos frontais. Está associada a alto nível de processos executivos necessários para o comportamento voluntário direcionado por objetivos. A lesão nessa região causa um déficit em varias funções como no planejamento, na atenção, memória, seleção e contorle inibitório (MILLER, 1999).

É evidenciado na literatura que após a lesão causada pelo AVE, o dano ao tecido cerebral, causa déficits no controle motor, em que excitações decrescentes para a medula espinhal são perdidas. Ocorre alteração no funcionamento dos neurônios motores, no qual suas unidades motoras param de disparar, resultando em problemas de ativação e controle muscular (GEMPERLINE *et al.*, 1995). Dessa forma, um instrumento utilizado para avaliar as mudanças nas funções das unidades motoras causadas pelo AVE é a eletromiografia (EMG) (LI *et al.*, 2014).

A atividade cerebral também sofre alterações após o AVE, evidências sugerem que a banda de frequência beta (15-30 Hz) na região cortical sensório-motora primária relacionada ao movimento, pode estar alterada após o dano cerebral, gerando também comprometimento motor (BORICH *et al.*, 2016; ROSSITER, BOUDRIAS, WARD, 2014). Outros estudos evidenciaram que após o AVE sub-agudo, foram observadas aumentos das oscilações cerebrais das bandas delta (< 4 Hz) e teta (4-8 Hz), em ambos hemisférios cerebrais. Assim, uma técnica neurofisiológica que pode ser utilizada na investigação do comportamento cerebral durante a reabilitação é o Eletroencefalograma (EEG) (SHEORAJPANDAY *et al.*, 2011).

Portanto, sabendo-se da importância do processo de reabilitação do paciente hemiparético, este estudo teve como objetivo verificar o efeito imediato da realidade virtual no membro superior parético sobre a excitabilidade central e periférica após AVE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico aborda as principais características a respeito do AVE; dos processos de neuroplasticidade, e da realidade virtual como ferramenta terapêutica na reabilitação.

2.1 Acidente Vascular Encefálico (AVE)

Segundo dados informados pela Organização Mundial do Acidente Vascular Encefálico (AVE) (WSO), a patologia caracteriza-se pela segunda causa de mortalidade que mais acomete a população mundial. Anualmente 16 a 17 milhões de pessoas sofrem AVE por ano, sendo que 6 milhões não sobrevivem. A cada 2 segundos, 1 indivíduo no mundo é acometido por essa condição cerebrovascular (KOFLEK, 2017).

No estudo dos autores do Incidência Global de Doenças 2013 (GBD) foram caracterizados por estimativa dados a respeito da incidência; prevalência; mortalidade; anos de vida ajustados pela incapacidade (DALYs) e anos vividos com incapacidade (YLDs). Foi realizado em Londres um levantamento global entre os anos de 1990 a 2013, e os dados englobaram os dois tipos de AVE, isquêmico e hemorrágico (FEIGIN, *et al.*, 2015).

Os resultados do GBD demonstraram que em 2013 cerca de 25,7 milhões de pessoas no mundo são sobreviventes de AVE. Ao longo de 23 anos de estudos, os autores observaram que houve maior redução das taxas de mortalidade por AVE em países desenvolvidos comparados a países em desenvolvimento. Os resultados também demonstraram que globalmente houve aumento significativo das taxas de incidência e mortalidade de AVE hemorrágico em países em desenvolvimento. A prevalência de AVE isquêmico e hemorrágico foi significativa nos países desenvolvidos (FEIGIN, *et al.*, 2015).

No Brasil, de acordo com o Ministério da Saúde (2017), o número de óbitos por AVE em 2015 foi de 100.520 casos. Um estudo avaliou o grau de conhecimento popular de brasileiros a respeito do AVE, e os resultados demonstraram que a população avaliada apresentou baixo nível de informação em relação aos fatores de risco, incidência, e sinais e sintomas dessa patologia (GOMES, *et al.*, 2017).

Dessa forma, de acordo com os resultados da pesquisa, os autores concluíram que a incidência de AVE tem aumentado globalmente. E é caracterizado como a principal causa de incapacidade no mundo. Estratégias de gestão e prevenção devem ser implementadas, e o acesso a serviços especializados no atendimento ao paciente com AVE deve ser uma prioridade (FEIGIN, *et al.*, 2015).

Na década de 1970 a Organização Mundial da Saúde (OMS) definiu o AVE como uma condição cerebrovascular de surgimento agudo; com comprometimento focal da função cerebral; com mais de 24 horas de duração, resultante da oferta inadequada de oxigênio e nutrientes causando danos nos tecidos do cérebro. A ocorrência do mesmo quadro, no entanto com recuperação total da função cerebral em menos de 24 horas, caracteriza o Ataque Isquêmico Transitório (AIT) (WHO, 1978).

A alteração cerebrovascular ocorrida no AVE se dá através da interrupção ou extravasamento do fluxo sanguíneo de determinada artéria cerebral, caracterizando o Acidente Vascular Encefálico Isquêmico (AVEI) ou Acidente Vascular Encefálico Hemorrágico (AVEH) respectivamente (RAFII; HILLI, 2006).

O indivíduo acometido pelo AVEI perde cerca de 1.9 milhões de neurônios; 14 bilhões de sinapses e 12 km de fibras mielínicas a cada minuto sem tratamento. Comparado com a taxa normal de perda neuronal relacionada ao envelhecimento, o cérebro isquêmico envelhece cerca de 3,6 anos a cada hora sem receber o tratamento adequado (SAVER, 2006).

A lesão encefálica causada pelo AVE resulta principalmente em perda de força muscular; déficit de coordenação motora e perda do movimento seletivo; fadiga; alteração de sensibilidade e presença de espasticidade. A alteração de força muscular no hemicorpo do indivíduo acometido caracteriza-se por hemiparesia, ou seja, perda parcial de força muscular; ou hemiplegia, perda total de força muscular com paralisia total do hemicorpo. As condições descritas afetam cerca de 80% da população com AVE (STROKE WORKING PARTY, 2016; ZOROWITZ; GILLARD; BRAININ, 2013).

Uma das principais sequelas causadas pelo AVE, que gera impacto nas atividades do dia-a-dia do paciente, é a espasticidade. A partir da hiperatividade muscular, hiperreflexia e paresia, ocorre grande déficit no controle motor voluntário, causando limitação das funções motoras e redução da qualidade de vida do paciente (SUNNERHAGEN; OLVER; FRANCISCO, 2013).

As demais sequelas geradas pelo AVE também afetam a funcionalidade do paciente, com impacto negativo na mobilidade, e na função do membro superior acometido, como déficit na destreza manual. Cerca de 70% dos indivíduos apresentam déficit de funcionalidade

no membro superior após o AVE, e 40% permanecem com a incapacidade durante a vida (STROKE WORKING PARTY, 2016).

Dessa forma, a estimulação do membro superior no paciente acometido pelo AVE torna-se de extrema importância. O paciente deve ser estimulado a praticar atividades funcionais caracterizadas por tarefas específicas. A prática pode ser unilateral ou bilateral, e deve considerar alguns fatores como a intensidade e a repetição, a fim de promover uma base fisiológica para o aprendizado motor (VEERBEEK, *et al.*, 2014; POLLOCK, 2014).

2.2 Neuroplasticidade e Aprendizagem Motora

O cérebro humano caracteriza-se por um sistema de alta complexidade, com cerca de 100 bilhões de neurônios interconectados, que constituem uma rede de processamento de informações. Apresenta representações neurais, denominados mapas corticais, que caracterizam a representação de cada parte do corpo no córtex cerebral (HORTON, *et al.*, 2017).

A neuroplasticidade é a capacidade do córtex cerebral alterar sua organização funcional como resultado da experiência. Na década de 1980, pesquisadores demonstraram que os mapas corticais dos membros são flexíveis e continuamente modificados de acordo com os estímulos recebidos (MERZENICH, *et al.*, 1983). A repetição do movimento leva a ampliação dessas representações corticais, enquanto que a inatividade resulta em diminuição das representações topográficas no córtex. Assim, os mapas se modificam sobre influência de entrada a partir de alterações no fluxo sensorial de receptores periféricos e fibras nervosas (HORTON, *et al.*, 2017).

O processo de neuroplasticidade pode ser caracterizado como adaptativo, quando há ganho funcional, ou mal-adaptativo que está associado a fatores negativos como perda da função ou aumento da lesão (NUDO, 2006; CRAMER, *et al.*, 2011). Após lesões neurológicas pode ocorrer a perda do comportamento motor especializado, assim, o reaprendizado motor depende da reaquisição de padrões motores elementares, caracterizado pela recuperação. Na ausência da reaquisição, ocorre a adaptação remanescente chamada de compensação, ou integração alternativa dos elementos motores (LEVIN; KLEIM; WOLF, 2009).

Após um AVE ocorrem alterações neuroanatômicas tanto no córtex peri-isquêmico, ou seja em áreas adjacentes a lesão (penumbra), quanto em áreas remotas como o hemisfério contralesional. Nas primeiras semanas após a lesão ocorre uma proliferação dos astrócitos, com presença de fatores neurotróficos seguido de sinaptogênese (KLEIM; JONES; SCHALLERT, 2003). No entanto, esses fatores citados podem ser modificados quando estimulados por um ambiente enriquecido. O estímulo pode promover diferenciação das células induzidas pela lesão; aumentar o efeito do treinamento e, além disso, favorecer o tratamento medicamentoso (PEREIRA, *et al.*, 2002).

Dessa forma, compreender os mecanismos da neuroplasticidade influencia diretamente no processo de reabilitação e elaboração da intervenção terapêutica após uma lesão encefálica. A lesão no Sistema Nervoso Central (SNC) produz um ambiente provido de uma rede neuronal receptiva à modulação por manipulações comportamentais específicas (NUDO, 2006).

No presente estudo foram avaliados os canais frontais, pela relevância na investigação do processo de aprendizagem motora. Pois, de acordo com FUSTER (2000) o lobo frontal caracteriza-se pela representação e execução de ações de forma hierárquica. Apresenta o córtex motor primário, caracterizado pela execução de movimentos menos complexos; em seguida o córtex pré-motor apresenta a capacidade de promover a execução de movimentos mais complexos e objetivos; e como nível hierárquico mais alto, o córtex pré-frontal que envolve ações cognitivas, motoras e de linguagem. Além disso, o córtex pré-frontal permite ainda o controle, organização e coordenação de respostas emocionais e comportamentais, mediante as Funções Executivas.

Dessa forma, os princípios da neuroplasticidade, os quais são caracterizados pelo tempo de intervenção; intensidade; treino de uma tarefa específica; e ambiente enriquecido com diferentes estímulos, são necessários para a reorganização neural do cérebro (CALEO, 2015). E estudos demonstram que o treino com uso da RV pode promover a neuroplasticidade no paciente acometido pelo AVE. Conforme foi verificado no estudo de ORIHUELA-ESPINA *et al.* (2013) em que após pacientes acometidos pelo AVE serem submetidos ao treino de RV para o membro superior parético, encontraram aumento da ativação do córtex motor contralesional não afetado; recrutamento cerebelar e ativação compensatória do córtex pré-frontal.

2.3 Realidade Virtual

A interação entre o indivíduo e o computador, por meio de um ambiente virtual, caracteriza-se a RV. Proporciona ao usuário uma experiência que pode ser comparada a situações reais da vida diária. Para que ocorra esta interação, os jogos e os componentes estruturais são elaborados a fim de construir ferramentas que auxiliem os usuários, como os *joysticks* e *consoles* de videogames. Assim, torna-se possível o indivíduo controlar o ambiente virtual no qual está interagindo (ACKERMAN; KANFER; CALDERWOOD, 2010).

A RV trata-se de uma ferramenta terapêutica complementar que, através de jogos interativos, pode ser utilizada na reabilitação. Pesquisas evidenciaram nos últimos anos que a RV proporciona um ambiente rico, desafiador e seguro ao paciente, à medida que promove estímulos sensoriais, cognitivos e motores e influencia diretamente no processo de neuroplasticidade (DE BRUIN *et al.*, 2010; LEVIN, 2011). Além disso, pode ser ajustada de forma específica com o objetivo de atender as necessidades do paciente (RIVA, 1998; OPTALE *et al.*, 2010).

A experiência virtual pode ser classificada em dois tipos, imersiva e não imersiva. A primeira refere-se à experiência de fazer parte do ambiente. Para isso são utilizados capacetes de visualização, salas com projeções 3D e dispositivos proprioceptivos multisensoriais, que proporcionam um ambiente de imersão ao usuário (KIRNER *and* KIRNER, 2011). A RV não imersiva caracteriza-se pela interação do indivíduo com o mundo virtual por meio de uma interface, como por exemplo, um monitor. O paciente interage com o ambiente virtual, no entanto, permanece com a sensação de estar no ambiente real (TORI *and* KIRNER, 2006).

A RV apresenta uma grande variedade de jogos destinados a diferentes idades e níveis educacionais. Com característica lúdica o ambiente virtual motiva o paciente a melhorar sua performance através de ferramentas como a música, o bônus e pontos reproduzidos durante a prática do jogo (ANDERSON; ANNETT; BISCHOF, 2010).

Diversos resultados e objetivos podem ser alcançados através do uso da RV como ferramenta de reabilitação. Alguns jogos são focados em tarefas específicas e possibilitam a interação social. Outra modalidade de jogos são denominados *exergames*, que possibilitam o usuário executar exercícios específicos a partir de um dispositivo que capta o movimento. Alguns exemplos de equipamentos que possibilitam essa forma de interação são o *Nintendo Wii*TM, e o *Xbox 360* (Microsoft®) com dispositivo do *Kinect* (PESSOA *et al.*; 2014).

A utilização desta terapia tem sido explorada em múltiplas patologias, tais como lesões cerebrais; intervenções após AVE, e na recuperação músculo-esquelética (TOST *et al.*, 2009). Dessa forma, a RV como ferramenta terapêutica, apresenta relevância significativa principalmente no processo de reabilitação neurológica (VEERBEEK, 2014).

2.4 Reabilitação de pacientes com AVE e o uso da RV

A abordagem terapêutica para a reabilitação do paciente acometido pelo AVE é embasada no treinamento repetitivo, associado a modificação contínua do programa de tratamento, a fim de manter o envolvimento e interesse do paciente. A reabilitação convencional inclui o tratamento do desenvolvimento de sinais neurológicos, a facilitação neuromuscular proprioceptiva, e o treino específico para tarefa com foco na funcionalidade do paciente (KLEIM; JONES, 2008).

O feedback do ambiente virtual fornecido pela RV promove uma maior facilitação da ativação corticoespinhal, comparado ao feedback visual ofertado pelo desempenho de atividades em frente a um espelho (KANG, *et al.*, 2012). Foi demonstrado também que, o estímulo da RV, aumenta a ativação do córtex sensório-motor primário, da área motora suplementar e do cerebelo durante tarefas de preensão manual (BAO, *et al.*, 2017).

Com uso do dispositivo *Kinect*, que utiliza sensores para monitorar os movimentos do corpo, o paciente é encorajado a realizar movimentos de acordo com a demanda pré-estabelecida. Além do estímulo visual e auditivo, o feedback sobre o desempenho durante o jogo auxilia e motiva o paciente a realizar satisfatoriamente os exercícios durante a sessão (CHANG; CHEN; HUANG, 2011).

O ambiente virtual tem o potencial de fornecer uma atividade enriquecida para pessoas acometidas pelo AVE, pois facilita a resolução de novos problemas e o desenvolvimento de habilidades. As tarefas virtuais promovem aumento do interesse para os indivíduos incentivando assim maior número de repetições (LEWIS; ROSIE, 2012).

Uma revisão sistemática com meta-análise foi realizada com o objetivo de avaliar as evidências sobre a terapia de RV em indivíduos adultos acometidos por AVE. A revisão incluiu 24 estudos com total de 626 pacientes. Os resultados demonstraram que a RV

apresentou vantagem significativa na função corporal e funcionalidade quando comparados com a terapia convencional (LOHSE, *et al.*, 2014).

Outros pesquisadores realizaram um ensaio clínico randomizado com objetivo de avaliar os efeitos da RV na função motora do membro superior parético após AVE. A amostra foi constituída de 27 indivíduos, divididos em 2 grupos, intervenção e controle. Foram submetidos a um protocolo de exercícios do videogame Nintendo Wii, com duração de 1 hora e 15 minutos cada atendimento, sendo 10 atendimentos consecutivos. Os indivíduos foram avaliados no início e ao final de 10 atendimentos. Os resultados demonstraram uma melhor comparação intragrupos para as escalas funcionais ($p=0,0001$). Assim, foi evidenciado nesse estudo que a RV foi efetiva na melhora da função motora do membro superior acometido, sendo uma opção de tratamento na reabilitação de pacientes com AVE (GALVÃO, *et al.*, 2015).

2.5 Eletroencefalograma (EEG)

O registro da atividade elétrica gerada pelo cérebro caracteriza o Eletroencefalograma (EEG). Os potenciais registrados são produzidos durante a excitação das sinapses dos dendritos de neurônios piramidais nas camadas do córtex cerebral. Os potenciais pós-sinápticos gerados são somados ao fluido extracelular e conduzidos através das várias camadas de tecidos e ossos, até ser captada pelos eletrodos na superfície do crânio. Assim, o EEG apresenta informações da atividade funcional cerebral (NUNEZ; SRINIVASAN, 2007).

Uma medida do sinal eletroencefalográfico do cérebro demonstra como a atividade elétrica muda através do tempo. A interpretação do sinal dependerá da finalidade da gravação do EEG (HVARING; ULLTVEIT-MOE, 2014). Na pesquisa em aprendizagem motora, o EEG pode ser utilizado e denota um instrumento importante na investigação da atividade neural (LUFT; ANDRADE, 2006).

As frequências existentes no sinal demonstram a atividade rítmica no córtex. A unidade de medida é o hertz, Hz (ciclos por segundo), que caracteriza a taxa na qual uma onda se repete dentro de 1 segundo. É importante avaliar quais frequências são representadas no sinal dentro de uma determinada banda ou faixa de frequência. Já os dados de potência, se referem à amplitude do sinal EEG. A avaliação desses dados se torna importante, pois demonstram se houve ou não aumento ou diminuição do recrutamento neural dentro da banda

de frequência analisada (BASTOS *et al.*, 2004).

Dessa forma, a onda alfa pode ser relacionada a um melhor desempenho motor, e menor esforço neural, à medida que é inversamente proporcional à sua ativação. Um estudo avaliou o desempenho de atiradores, iniciantes e profissionais, em uma prova de tiro. Observaram que a atividade eletroencefalográfica durante a prova era menor, ou seja, houve uma maior ativação do ritmo alfa, nos atiradores profissionais do que nos iniciantes. Assim, foi demonstrado que os iniciantes apresentaram menor sincronia neural e maior esforço mental nos lobos frontais, temporais e parietais. Em relação a banda de frequência beta, houve aumento significativo durante o teste de tiro para os profissionais, indicando aumento do nível de atenção dos profissionais comparados aos dos iniciantes (HAUFLER, *et al.*, 2000).

Pesquisadores avaliaram a atividade eletroencefalográfica de indivíduos saudáveis submetidos a RV para o membro superior. Os movimentos foram praticados com o braço direito anexados a um robô em que eram praticados movimentos 3D em um ambiente virtual. Os autores encontraram que a aprendizagem visuomotora induz mudanças nos processos corticais motores, sendo a banda de frequência alfa a mais relevante no aspecto de previsão de desempenho no estímulo virtual ofertado (MEYER, *et al.*, 2014).

Foi utilizado no presente estudo o equipamento Emotiv Epoc+, que é de uso adequado para ser utilizado na pesquisa científica. Um aspecto que diferencia o dispositivo é possuir especificações técnicas mais limitadas em comparação com os dispositivos médicos, como o número de canais e a taxa de amostragem. No entanto, esse aspecto não influencia na eficiência da aquisição do sinal (STYTSENKO; JABLONSKIS; PRAHM, 2011; DUVINAGE, *et al.*, 2013).

O sinal EEG captado pelo *Emotiv* permite detectar movimentos faciais, estado emocional e intenção de movimento. Pesquisadores têm utilizado os sinais do equipamento para a avaliação dos processos cognitivos; na detecção de intenção de movimento dos membros, e na emoção positiva ou negativa provocada pela visualização de fotos (ESFAHANI e SUNDARARAJAN, 2012; FOK, *et al.*, 2011).

2.6 Eletromiografia de superfície (EMG)

Um dos recursos utilizados para avaliar o padrão de contração muscular é a eletromiografia de superfície (EMG). Trata-se de um dispositivo de diagnóstico utilizado para detectar e registrar os potenciais elétricos das fibras musculares esqueléticas, à medida que pode ser observado por exemplo, o seu grau de duração e a ocorrência de fadiga (MAYER, 2001; BURDEN, 2010).

Os sinais eletromiográficos captados são gerados a partir de comandos motores, que são transmitidos do sistema nervoso central através de potenciais de ação aos motoneurônios. Nas junções neuromusculares, que se tratam da conexão entre o terminal de um axônio motor e uma placa motora, os potenciais de ação geram despolarização de células musculares relacionadas a uma unidade motora. Assim, os potenciais de ação da unidade motora se propagam com velocidade aproximada de 4m/s direcionados as extremidades do músculo, causando contração das fibras (MORITANI; STEGEMAN; MERLETTI, 2004).

Alguns parâmetros fornecidos pela decomposição do sinal eletromiográfico são a frequência e a amplitude. A frequência do sinal, demonstrada pelo valor médio ou mediano, indica a velocidade de condução dos potenciais de ação das unidades motoras. Alterações nesse parâmetro podem indicar a ocorrência de fadiga e o nível de recrutamento das unidades motoras. A amplitude indica o recrutamento das unidades motoras e pode ser representada por uma onda de sinais positivos e negativos. Esse parâmetro pode ser expresso pela raiz quadrada da média dos quadrados (RMS) (FARINA; MERLETTI; ENOKA, 2004).

Assim, a EMG trata-se de um instrumento eficaz de avaliação do padrão de recrutamento muscular no paciente com AVE. Um estudo associou o uso da RV e a avaliação através da EMG para verificar o efeito de um treinamento de marcha em diferentes superfícies em ambiente virtual, sobre as respostas musculares em idosos. Os resultados demonstraram os ajustes proativos e reações de recuperação exercidas pelos indivíduos submetidos a intervenção, e que a habilidade motora adquirida pelos pacientes pode ser transferida para os testes de deslizamento em ambientes reais (PARIJAT; LOCKHART; LIU, 2015).

Outro aspecto relevante é que associações não fidedignas são observadas em análises de valores absolutos do sinal eletromiográfico. Assim, a normalização do sinal torna-se necessária, devido a diversos fatores anatômicos, fisiológicos e práticos, que podem influenciar nos valores coletados. Além de minimizar os fatores durante a aquisição e tratamento dos dados, comparações da atividade muscular entre diferentes músculos, tempos de avaliação e participantes também podem ser realizadas. Dessa forma, esse processo influencia na interpretação do sinal e assegura resultados concisos (BURDEN, 2010).

3 OBJETIVOS

Os objetivos citados abaixo foram caracterizados como geral e específicos, demonstram os desfechos do presente estudo.

3.1 Geral

Verificar o efeito imediato da realidade virtual no membro superior parético sobre a atividade cerebral e muscular pós AVE.

3.2 Específicos

- Verificar o grau de comprometimento neurológico através da Escala de Acidente Vascular Encefálico do Instituto Nacional de Saúde (NIHSS) no paciente pós AVE.
- Verificar a funcionalidade do membro superior parético através da Escala de *Fugl-Meyer* no paciente pós AVE.
- Verificar o grau de espasticidade.
- Comparar intragrupo e intergrupo o efeito imediato da RV sobre a excitabilidade central em indivíduos pós AVE.
- Comparar intra e intergrupo o efeito imediato da RV sobre a excitabilidade periférica em indivíduos pós AVE.
- Avaliar o desempenho do grupo RV durante a execução do jogo sobre o membro superior parético em indivíduos pós AVE.
- Correlacionar a excitabilidade central e periférica na RV em indivíduos pós AVE.

4 HIPÓTESE

O presente estudo possui a hipótese de que se a aplicação imediata da RV é capaz de gerar aumento no sinal eletroencefalográfico e eletromiográfico de indivíduos após AVE. Essas alterações possivelmente podem ser influenciadas pelo desempenho durante a técnica.

5 JUSTIFICATIVA

A cada ano aproximadamente 16 a 17 milhões de pessoas sofrem AVE no mundo, destes, 6 milhões não sobrevivem. A patologia gera grande incapacidade ao indivíduo acometido, interferindo principalmente na qualidade de vida do paciente (KOFLER, 2017).

Atualmente, a maioria das pessoas com AVE apresenta uso inadequado do membro superior acometido, com limitação no desempenho das atividades de vida diária. A participação social é prejudicada, exigindo maior apoio familiar e de cuidadores, e custos de saúde elevados (STROKE WORKING PARTY, 2016).

Uma técnica que propicia estimulação motora e do córtex pré-frontal é a Realidade Virtual (RV). Essa nova ferramenta pode ser utilizada de forma satisfatória na reabilitação do paciente acometido pelo AVE. O *feedback* fornecido pela RV possibilita um ambiente enriquecido e lúdico ao paciente através do estímulo de múltiplas modalidades sensoriais (ACKERMAN; KANFER; CALDERWOOD, 2010).

A avaliação do padrão de contração muscular do membro superior parético, através da Eletromiografia, associada a avaliação da atividade cerebral por meio do Eletroencefalograma, pode fornecer contribuições importantes no estudo do processo de aprendizagem motora em indivíduos acometidos por AVE.

Dessa forma, poucos autores observaram o efeito imediato da RV, e de forma específica na excitabilidade central e periférica. Assim, tornou-se de extrema importância a realização do presente estudo.

6 MATERIAL E MÉTODOS

O item Material e Métodos aborda toda caracterização e forma de execução que foi realizada no presente estudo.

6.1 Caracterização da pesquisa

Foi realizado um Ensaio Clínico Randomizado Controlado Simples Cego. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) pelo número CAAE: 61800616.4.0000.5142, e respeitou todas as normas e diretrizes da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Cada paciente assinou o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice 3). Os pacientes foram atendidos e selecionados em Santa Rita do Sapucaí/MG e em Alfenas/MG. O projeto foi realizado em novembro de 2016 a janeiro de 2018.

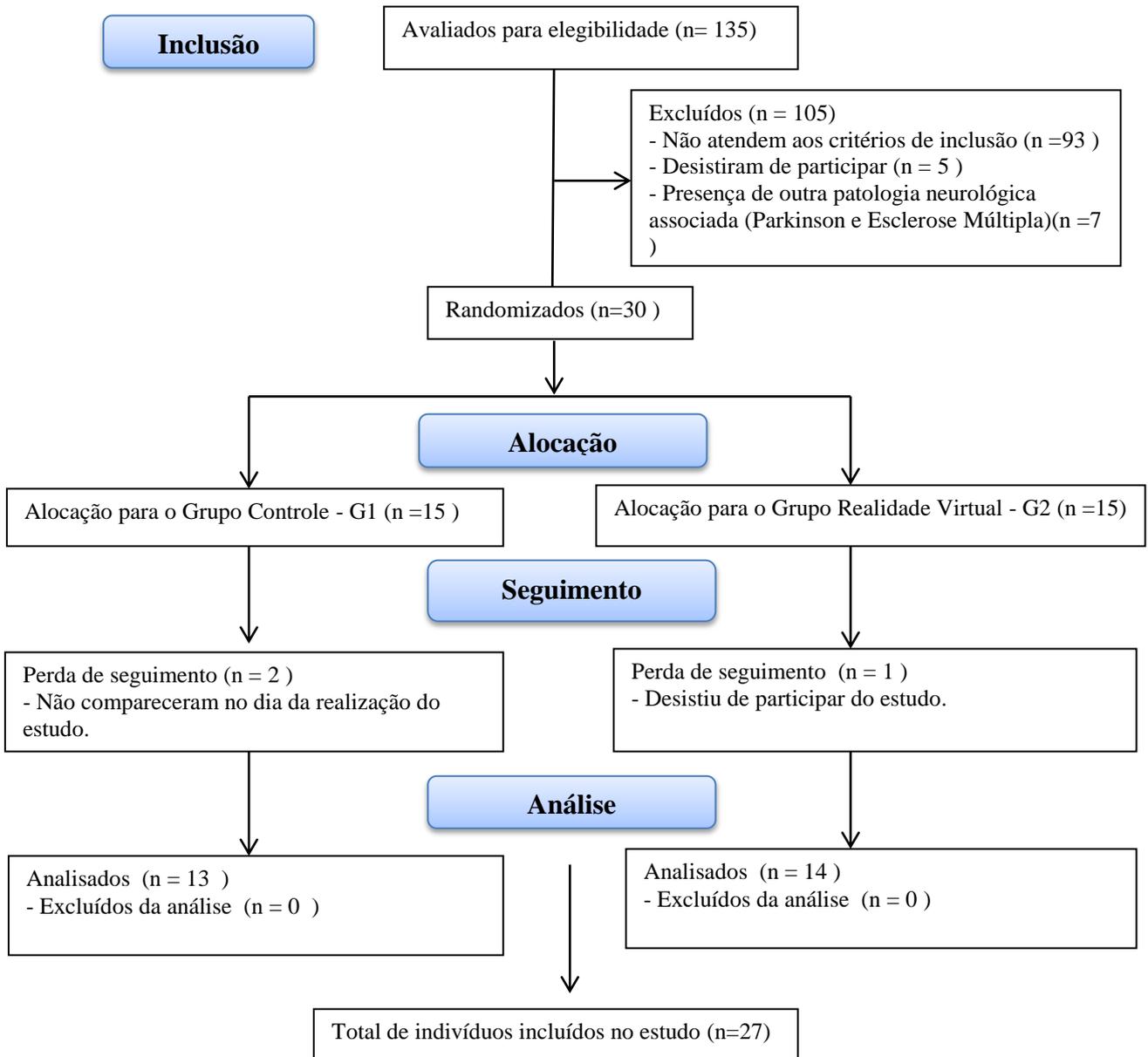
6.2 População e amostra

O recrutamento foi realizado nos postos de saúde de Santa Rita do Sapucaí através da autorização da Secretaria de Saúde (Apêndice 1 – Autorização da secretaria da Saúde), e na Clínica de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas – MG (Apêndice 2 – Autorização da diretora da Enfermagem). Nos postos de saúde, foi solicitado aos agentes o endereço dos indivíduos acometidos por AVE, que foram convidados e avaliados para participar do estudo.

Foi realizado primeiramente um Estudo Piloto com seis indivíduos para determinar o cálculo amostral. A variável adotada foi a escala *Fugl-Meyer*, no qual obteve pré-intervenção valores $91,5 \pm 24,86$ (grupo controle) e $84,83 \pm 12,02$ (grupo intervenção) e pós-intervenção valores $96,5 \pm 20,88$ (grupo controle) e $94,33 \pm 13,07$ (grupo intervenção). O resultado demonstrou 20 indivíduos, sendo dez para cada grupo, adotou-se $\alpha=0,05$ e $power=0,95$. A estatística foi realizada através do *software GPower 3.1*.

O fluxo de participantes foi demonstrado no diagrama CONSORT (Fig.1). Foram caracterizados o número de indivíduos avaliados para elegibilidade; os randomizados; as perdas e exclusões realizadas, e por fim o número de participantes incluídos no estudo. Os indivíduos que participaram de ambos os grupos completaram o estudo sem intercorrências.

Figura 1 - Fluxograma do estudo através do diagrama CONSORT.



Fonte: SCHULZ *et al.*, 2010.

6.3 Critérios de inclusão

Foram adotados como critérios de inclusão apresentar diagnóstico clínico de AVE isquêmico ou hemorrágico; estar na fase crônica da doença com ocorrência a mais de 3 meses; presença de hemiparesia esquerda ou direita; ser de ambos os sexos; idade superior a 18 anos, independente de etnia, raça e nível sócio-econômico-cultural, e apresentar competência mental avaliada pelo Mini-Exame do Estado Mental (Anexo 1).

6.4 Critérios de exclusão

Como critérios de exclusão foram adotados: baixo nível de competência mental; apresentar hemiplegia ou espasticidade grave (avaliado pela escala *Ashworth* Modificada - grau 4), e fazer uso de medicamento miorrelaxante.

6.5 Randomização e mascaramento

Após a seleção da amostra os indivíduos foram randomizados por um pesquisador que não participou dos processos de avaliação e intervenção. A randomização foi realizada através do programa Randomizer (www.random.org) em 2 grupos: grupo 1, grupo controle e grupo 2: grupo submetido a realidade virtual, ambos os grupos receberam orientações para manter a fisioterapia convencional.

Após as intervenções serem atribuídas aos grupos, os avaliadores que aplicaram as escalas de avaliação, NIHSS e *Fugl-Meyer*, foram cegados.

Os indivíduos selecionados foram avaliados primeiramente quanto aos dados sociodemográficos (Anexo 2).

6.6 Instrumentos

O item Instrumentos caracteriza as escalas de avaliação utilizadas para seleção e avaliação dos pacientes participantes do presente estudo.

6.6.1 Instrumento utilizado para seleção da amostra

As escalas abordadas a seguir caracterizam os instrumentos utilizados na seleção da amostra do presente estudo.

6.6.1.1 Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)

O MEEM publicado primeiramente por Folstein *et al.* (1975) trata-se de uma escala para avaliar o comprometimento cognitivo. Pode ser utilizado no seguimento de evolução de doenças ou no monitoramento de respostas ao tratamento, e as pontuações apresentam confiabilidade entre os testes e entre avaliadores.

Os 11 itens da escala são divididos em 2 seções e incluem testes de orientação temporal (5 pontos), orientação espacial (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), recordação de três palavras (3 pontos), cálculo e atenção (5 pontos), linguagem (8 pontos), capacidade construtiva (1 ponto). A pontuação ao responder todos os itens corretamente é de 30 pontos, e o tempo de aplicação do teste é em torno de 5 a 10 minutos. Para população com mais de 65 anos de idade é de 27, com um desvio padrão de 1,7. A pontuação é menor naqueles que apresentam menos anos de escolaridade e que têm doenças diagnosticáveis (FOLSTEIN, M., FOLSTEIN, S. e MCHUGH, 1975).

O ponto de corte adotado no presente estudo é o mais utilizado frequentemente para indicar déficit cognitivo, caracterizado por 24 pontos, para pessoas com escolaridade acima de 9 anos. Ponto de corte 17 é utilizado para indivíduos com menor escolaridade (MURDEN, et al., 1991).

Brucki *et al.* (2003), realizou adaptações para a aplicação do MEEM no Brasil (anexo 3), em que foram avaliados 433 sujeitos normais e foi verificada influência de variáveis demográficas. A educação demonstrou maior influência sobre os escores do MEEM.

6.6.1.2 Escala de *Ashworth* Modificada (MAS)

A característica do tônus muscular foi avaliada pela *Ashworth* modificada (MAS), que levam em conta a reação ao alongamento muscular, e a mensuração da espasticidade através da movimentação passiva rápida. A musculatura dos membros superiores paréticos dos indivíduos foram avaliados de acordo com a graduação do tônus muscular de acordo com a resistência percebida durante a movimentação passiva das articulações. Os segmentos acometidos foram classificados de 0 (tônus muscular normal) a 4 (parte rígida em flexão ou extensão) (BIERING-SØRENSEN; NIELSEN, e KLINGE, 2006) (anexo4).

A avaliação foi realizada com o paciente deitado em um tablado em decúbito dorsal, com o paciente utilizando roupas adequadas que não prejudicassem a realização do movimento. A temperatura da sala estava agradável ao paciente, em torno de 25°, para não interferir no tônus muscular. O examinador realizou 3 repetições de mobilização passiva rápida sem comandos verbais, e logo após definir o escore de 0 a 4 de acordo com o resultado apresentado pelo indivíduo. No presente estudo, foram avaliadas as articulações do ombro, cotovelo e punho. A escala MAS apresenta boa validade e confiabilidade inter e intra-examinadores (BOHANNON e SMITH, 1987).

6.6.2 Instrumentos utilizados para avaliação da amostra selecionada

As escalas abordadas a seguir caracterizam os instrumentos utilizados na avaliação da amostra selecionada no presente estudo.

6.6.2.1 Instituto Nacional de Escala de Saúde do AVC (NIHSS)

A fim de avaliar o grau de comprometimento neurológico nos indivíduos do estudo, foi utilizada a escala NIHSS. Trata-se de uma escala específica para AVE empregada no exame neurológico (KASNER, 2006).

Assim, avalia o sistema cognitivo, movimentos extraoculares, campo visual, funcionalidade da musculatura da face, força muscular dos membros, função sensorial, coordenação motora (ataxia), linguagem (afasia) e negligência unilateral. Apresenta escores de 0 a 42, e os pontos de corte utilizados são leve, de 0 a 5 pontos; moderado, 5 a 13 pontos; ou grave, 14 pontos. A escala apresenta boa confiabilidade intra e inter-avaliador e tem validade preditiva principalmente de resultados a longo prazo. Além disso, a escala é muito utilizada em pesquisas, foi validada no Brasil e pode ser aplicada por qualquer profissional da área de saúde (CINCURA, *et al.*, 2009) (Anexo 3).

6.6.2.2 Escala *Fugl-Meyer* (EFM)

Uma mensuração do comprometimento motor e sensorial após um AVE, conhecida como Escala de Avaliação de *Fugl-Meyer*, foi desenvolvida e introduzida, em 1975, por *Fugl-Meyer et al.* Esta escala foi o primeiro instrumento quantitativo para mensuração sensório-motora da recuperação do AVE e é uma das escalas mais conhecidas e usadas para a pesquisa e/ou prática clínica (FUGL-MEYER, *et al.*, 1975).

Este instrumento demonstrou alta confiabilidade inter e intra-observador da EFM total (IC = 0,99 e 0,98), e para as subsescalas (IC = 0,99 a 0,94 e IC = 0,98 a 0,87). Assim, foi verificado alto índice de confiabilidade para a escala como instrumento de pesquisa no Brasil (MAKI, *et al.*, 2006).

A Escala de Avaliação de *Fugl-Meyer* é um sistema de pontuação numérica acumulativa que avalia seis aspectos do paciente: a amplitude de movimento, dor, sensibilidade, função motora da extremidade superior e inferior e equilíbrio, além da coordenação e velocidade, totalizando 226 pontos. Uma escala ordinal de três pontos é aplicada em cada item: 0- não pode ser realizado, 1- realizado parcialmente e 2 – realizado completamente (MAKI, *et al.*, 2006) (anexo 5).

Para este estudo apenas itens referentes ao membro superior da versão brasileira da escala de *Fugl-Meyer* foram utilizados com objetivo de determinar a gravidade dos seus prejuízos motores. Os escores dessa escala variam entre 0 a 66, com escores leves que vão entre 51 e 66, e escores moderados variando entre 26 e 50 (MAKI, *et al.*, 2006).

6.6.2.3 Avaliação da excitabilidade periférica – eletromiografia de superfície (EMG)

A excitabilidade periférica foi avaliada através da EMG de superfície no qual verifica o padrão de ativação muscular. O tipo do aparelho utilizado para a pesquisa foi o sistema EMG *System* do Brasil: Modelo EMG-800C, Placa de conversão Analógico / Digital de 16 bits de resolução; amplificador de EMG com ganho de amplificação total de 2000 vezes, filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, 4 eletrodos bipolar ativos de superfície, com pré-amplificação de ganho 20 vezes, cabo blindado e clipe de pressão na extremidade, rejeição de modo Comum >100 dB, Software de coleta e análise de sinais com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal. Plataforma Windows, módulo de rejeição comum = > 100 dB, ganhos dos pré-amplificadores (cabos) = ganho 20 (com amplificador diferencial), ganho de cada canal = ganho 100 vezes (configuráveis), impedância do sistema = impedância 109 Ohms, noise ratio = taxa de ruído do sinal < 3 μ V RMS, filtros de hardware no equipamento= FPA (passa alta) com frequência de corte de 20 Hz e FPB (passa baixa) com frequência de corte de 500 Hz, realizada por um filtro analógico do tipo Butterworth de dois pólos.

Foi avaliada a atividade elétrica muscular do músculo deltóide anterior (DA) e músculo bíceps braquial (BB) no membro superior parético acometido. Para coleta do sinal eletromiográfico, os eletrodos (marca Meditrace®) foram aplicados sobre a pele devidamente limpa e desprovida de pelos, a assepsia da pele foi realizada com solução de álcool a 70% (SENIAM, 2017).

Para o músculo deltóide anterior, o eletrodo ativo foi colocado um dedo distal e anterior ao acrômio, fixado na pele na direção da linha entre o acrômio e o polegar. O eletrodo de referência foi colocado no processo espinhoso da sétima vértebra cervical. Para o músculo bíceps braquial, o eletrodo ativo foi posicionado na linha entre o acrômio medial e 1/3 da fossa cubital (SENIAM, 2017) (Fig. 2). Todas as colocações do eletrodo seguiram o *Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles*.

O sinal eletromiográfico foi captado a partir do repouso e da contração isométrica voluntária máxima contra resistência (CIVM), e todas coletas foram definidas com tempo de duração de 5 segundos (MAYER, 2001). Foi utilizado o comando verbal para relaxamento (“relaxe, relaxe”) e para CIVM (“força, força”).

Os indivíduos foram avaliados antes, durante e após a intervenção. Entre cada coleta foi adotado um intervalo de 2 minutos para haver recuperação do músculo.

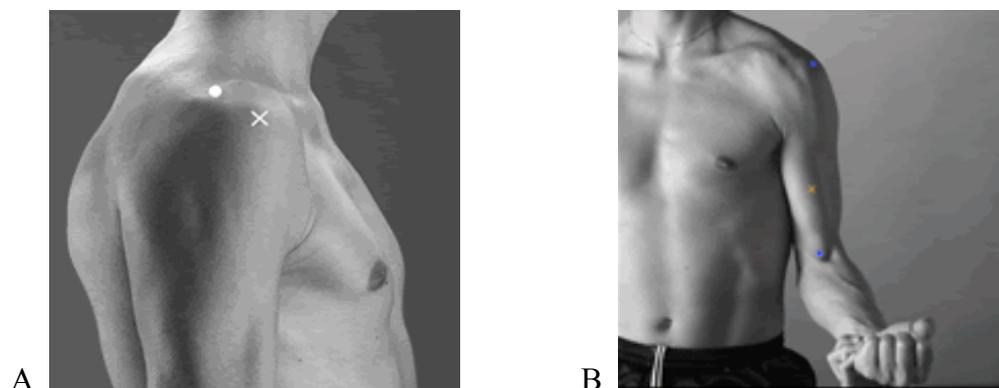
Primeiramente antes da intervenção (1) foi realizada a seguinte sequência de coletas: (1) três coletas em repouso com o paciente na posição sentada com os olhos fechados e braços ao longo do corpo, os dois canais referentes aos dois músculos avaliados foram coletados simultaneamente; três coletas em CIVM para cada músculo avaliado, para o músculo BB o paciente foi posicionado com o ombro na posição neutra, cotovelo fletido a 90° e supinado com as mãos apoiadas debaixo da mesa, após o posicionamento o indivíduo foi orientado a realizar a flexão de cotovelo em CIVM contra resistência da mesa, para o músculo DA o paciente foi posicionado em flexão de ombro a 45°, após o posicionamento o paciente foi estimulado a fazer contração isométrica contra resistência manual do terapeuta provido de luvas de procedimento. Cada canal referente a cada músculo avaliado foi isolado e coletado separadamente. Nesse primeiro momento foram realizadas 12 coletas.

Em seguida, durante a intervenção (2), foi realizado o seguinte procedimento: (2) o sinal foi coletado três vezes durante a execução do jogo de RV Fruit Ninja, com o paciente na posição ortostática executando a tarefa de “cortar frutas” caracterizados por movimentos de flexão de cotovelo e ombro (Fig. 3). Os dois canais referentes aos dois músculos avaliados foram coletados simultaneamente, nesse segundo momento obteve-se 6 coletas do sinal EMG.

Posteriormente, após a intervenção (3) foi realizado novamente os mesmos procedimentos seguidos antes da intervenção, caracterizados dessa forma por três coletas em repouso e três em CIVM para cada músculo avaliado, obtendo-se 9 coletas do sinal.

Assim, foram coletadas e analisadas o total de 27 coletas eletromiográficas de cada indivíduo participante do presente estudo. A coletas foram realizadas no mesmo ambiente.

Figura 2 - A. Deltóide anterior. B. Bíceps braquial.



Fonte: SENIAM, 2017

Figura 3 - Momento da coleta do sinal eletromiográfico durante o jogo de RV.



Fonte: Do autor.

6.6.2.3.1 Processamento e análise dos dados eletromiográficos

O processamento e análise da atividade dos músculos investigados foi realizada através do programa MatLab R2017a.

Primeiramente foi realizado o corte do sinal eletromiográfico, em que dentro dos 5 segundos do sinal, foram excluídos o primeiro e o último segundo, considerando para a análise somente os 3 segundos centrais.

Em seguida, foi aplicado o filtro passa baixa de 60Hz. Posteriormente foi realizada a normalização dos dados pela média e calculado a raiz quadrada da média (RMS).

6.6.2.4 Avaliação da excitabilidade central - Eletroencefalograma (EEG)

A excitabilidade central foi avaliada através do EEG, no qual determina a atividade cerebral. A interface cérebro-computador (ICC) caracteriza-se em um sistema que envolve a interação da atividade do cérebro e um dispositivo computacional (DALY e WOLPAW, 2008).

Um dos sistemas de ICC comercialmente disponíveis, de fácil utilização, baixo custo e forma não invasiva é o *headset Emotiv Epoc +*, o qual foi utilizado neste estudo para captar o sinal eletroencefalográfico dos indivíduos participantes. O equipamento consiste em 14 sensores que gravam a atividade cerebral, e a transmitem via *wireless* à uma unidade

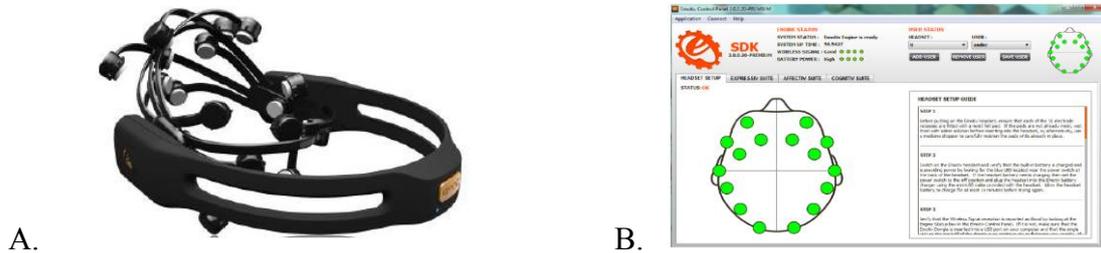
receptora ligada a um computador (MCMAHAN; PARBERRY; PARSONS, 2015) (Figura 4). O dispositivo também contém um giroscópio na parte posterior que permite a captação de movimentos. Além disso, possui 2 eletrodos de referência na lateral, posicionados atrás das orelhas, que devem ser pressionados por cerca de 5 a 10 segundos a fim de garantir contato satisfatório e boa aquisição do sinal. Os eletrodos do dispositivo devem ser hidratados com solução salina para lente de contato antes de serem utilizados (KHUSHABA, *et al.*, 2012).

A nomenclatura dos canais é baseada no sistema Internacional 10-20 e são caracterizadas respectivamente como: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 e AF4 (MCMAHAN; PARBERRY; PARSONS, 2015) (Fig. 5). Em relação ao posicionamento do headset, deve ser aproximadamente 3 dedos de distância entre os 2 eletrodos frontais e a sobrancelha (Fig.6). O equipamento apresenta uma amostra de frequência interna de 2048 Hz que é apresentada em amostras de 128 Hz antes de transmitir para um computador. O dispositivo pode ser utilizado em associação com o treino de RV, pois não promove interferência no ambiente virtual (KHUSHABA, *et al.*, 2012).

A atividade cerebral é dividida por bandas de frequência, a banda delta - δ compreende valores menores que 4 Hz, e indica estado de sonolência, relaxamento ou excitação; a teta - θ de 4 a 8 Hz, refere-se a automatismos e estado de meditação profunda; a alfa - α de 8 a 15 Hz, que indica descanso e meditação, e alerta relaxado; beta - β de 15 a 30 Hz, que trata-se do processo consciente da informação e estado de alerta; e gama γ valores acima de 30 Hz, indicando atenção, resolução de problemas e percepção. Valores aproximados podem ser encontrados em outros estudos, assim como uma diferente definição que caracteriza a banda *Hight Alfa*, de 10 a 11 Hz; e *Low Alfa*, 9 Hz (SCHOMER; SILVA, 2010).

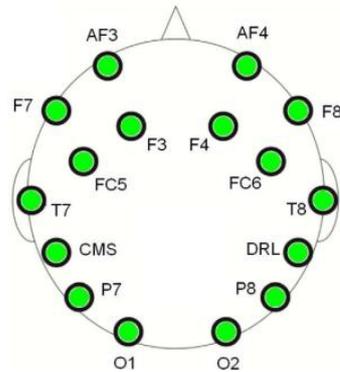
Os ritmos alfa e beta no EEG são examinados em estudos de processamento de ação. As frequências nessas bandas podem estar relacionadas com a codificação neural comum de ação e percepção, além da alocação da atenção visuoespacial e ativação sensorial ou do córtex motor. Estudos com o objetivo de explorar a ativação do córtex sensório-motor durante a observação e execução da ação avaliam o comportamento das bandas alfa e beta (MATHEWSON, *et al.*, 2011; QUANDT, *et al.*, 2012).

Figura 4 - A “Headset” do *Emotiv Epoc*. B. Tela do *Emotiv Control* Panel indicando a localização e o bom funcionamento dos eletrodos.



Fonte: FERNANDES (2015, p.20-23).

Figura 5 - Posicionamento dos eletrodos do *Emotiv Epoc headset*.



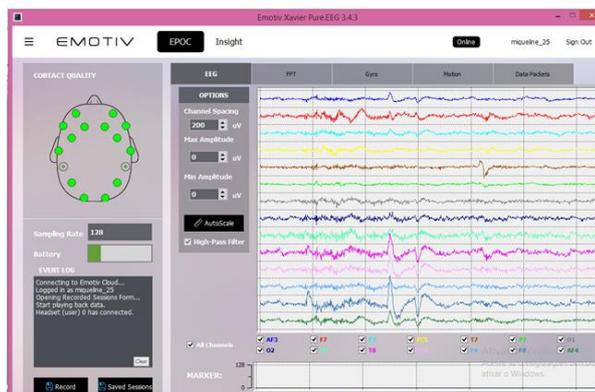
Fonte: MCMAHAN; PARBERRY; PARSONS (2015, p.3).

Figura 6 - Posicionamento do *Emotiv Epoc headset* na cabeça do paciente.



Fonte: Do autor.

Figura 7 - Sinal eletroencefalográfico de um paciente coletado durante a execução do jogo.



Fonte: Do autor.

No presente estudo foram avaliados somente os canais frontais, pois o lobo frontal apresenta grande importância no processo de aprendizagem motora. Com características que envolvem planejamento e atenção, designadas pelo córtex pré-frontal; programação motora, córtex pré-motor; e, produção do movimento, córtex motor (KOLB *et al.*, 2002). Para a análise dos canais referentes ao Lado Acometido (LA) pela lesão de cada paciente respectivamente foi adotada a nomenclatura F0 para representar os canais F7 e F8.

Foi utilizado o Software Emotiv Xavier Pure.EEG 3.4.3 para coleta do sinal eletroencefalográfico. O paciente ao chegar no ambiente de avaliação foi solicitado a permanecer em sedestação e repouso, para colocação do headset Emotiv EPOC. A coleta foi realizada antes, durante e após a intervenção. Primeiramente, antes da intervenção (1) foi realizada 1 coleta com o paciente em repouso, em sedestação, com olhos fechados e braços ao longo do corpo. Em seguida, durante a intervenção (2) o paciente foi avaliado durante o estímulo ofertado pelo jogo de RV (Fig.7 e 8). Após descanso de 2 minutos após a intervenção de RV, o sinal eletroencefalográfico foi coletado novamente com o paciente em repouso, com o mesmo posicionamento realizado inicialmente.

Assim, foram coletadas e analisadas o total de 3 coletas eletroencefalográficas de cada indivíduo participante do presente estudo.

Figura 8 - Momento da coleta do sinal eletroencefalográfico durante o jogo de RV.



Fonte: Do autor.

6.6.2.4.1 Processamento e análise dos dados eletroencefalográficos

Os dados eletroencefalográficos foram analisados através do programa MatLab R2017a e do EEGLab v14.1.1. Primeiramente no EEGLab foram realizados os cortes, em que foram delimitados os 20 segundos centrais do sinal, e desses excluídos os primeiros e os últimos 5 segundos. Assim, a análise foi feita a partir de 10 segundos da coleta do sinal eletroencefalográfico. A presença de ruído foi verificada e excluída.

No EEGLab também foram estabelecidos a localização dos canais através da função estatística computacional denominada Análise de Componentes Independentes (ACI). Os sinais obtidos, através dos potenciais de ação registrados por cada eletrodo, são o resultado da ativação de várias fontes e estão fortemente correlacionados entre si. A ACI trata-se de uma ferramenta matemática que promove a separação em componentes dos sinais multivariados registrados referentes a um evento, que são considerados como aproximações das fontes (HYVÄRINEN, OJA, 2000). Em seguida foram aplicados os filtros passa alta no valor de corte em 8 Hz, e passa baixa no valor de 30 Hz.

No Matlab foi aplicado o periodograma de Welch que apresenta como característica a redução da variância do espectro, a partir da redução da resolução espectral. Essa função promove a transformação do sinal no tempo em sinal de potência na frequência apresentada (DIEZ, *et al.*, 2009).

Foi criado no Matlab uma rotina específica para a análise do sinal captado no presente estudo, com base em estudos prévios de análise do sinal eletroencefalográfico (JALENE, 2014).

Os espectros de frequência foram analisados dentro das bandas mais relevantes ao estudo da análise da aprendizagem motora. Sendo considerados, Alfa de 8 a 15 Hz; Beta de 15 a 30 Hz; *Hight Alfa*, de 10 a 11 Hz, e *Low Alfa*, 9 Hz (QUANDT, *et al.*, 2012). As regiões cerebrais avaliadas foram as áreas Frontais, Pré-frontais e Motora Primária.

7 PROCEDIMENTOS DE INTERVENÇÃO

No item Procedimentos de Intervenção são descritos especificamente a abordagem realizada para ambos os grupos.

7.1. Grupo 1: Controle

O grupo controle manteve o tratamento com a fisioterapia convencional. Ambos os grupos foram submetidos ao mesmo protocolo de avaliação eletromiográfica e eletroencefalográfica. O grupo controle simulou os movimentos de “cortar frutas” com o braço hemiparético, caracterizado por movimentação ativa de ombro e cotovelo, no entanto sem o estímulo de RV (Fig.9). Os indivíduos realizaram os movimentos propostos apenas durante o tempo de 1 minuto. Após a pesquisa os indivíduos foram convidados a receber os estímulos fornecidos ao grupo intervenção.

Figura 9 - Paciente executando o movimento de “cortar frutas” sem estímulo virtual.



Fonte: Do autor.

7.2. Grupo 2: Realidade Virtual - Kinect

Foi utilizado no presente estudo um jogo de Realidade Virtual, *Fruit Ninja Kinect*,

oferecido pelo XBOX 360 (Microsoft®) com dispositivo do *Kinect*. O equipamento possui uma câmera filmadora, iluminação infravermelha, microfone, processador e software próprios. Possui sensores que captam o movimento do indivíduo, através de 48 pontos do corpo em tempo real. Essa ferramenta foi conectada a uma televisão de 21 polegadas.

O jogo *Fruit Ninja Kinect* caracteriza-se pela atividade de cortar frutas, em que os braços e mãos do participante simulam lâminas, capazes de fatar as frutas que aparecem na tela do jogo. Apresenta as modalidades Classic, Zen e Arcade. A modalidade Arcade foi escolhida para o presente estudo, pois apresenta um nível leve de complexidade e tempo de atividade de 60 segundos (Fig.10). O jogo foi escolhido com o objetivo de promover ganhos na funcionalidade do membro superior parético do indivíduo acometido por AVE. Possibilita, através do ambiente enriquecido, a utilização do MS acometido simulando uma situação real do dia-a-dia, com treino de movimentos de algumas das principais articulações com déficit motor após o AVE.

Figura 10 - A. Tela inicial para escolha da modalidade do jogo. B. Tela do Jogo *Fruit Ninja*.



Fonte: Microsoft®, 2017

Figura 11 - Paciente executando o jogo *Fruit Ninja*.



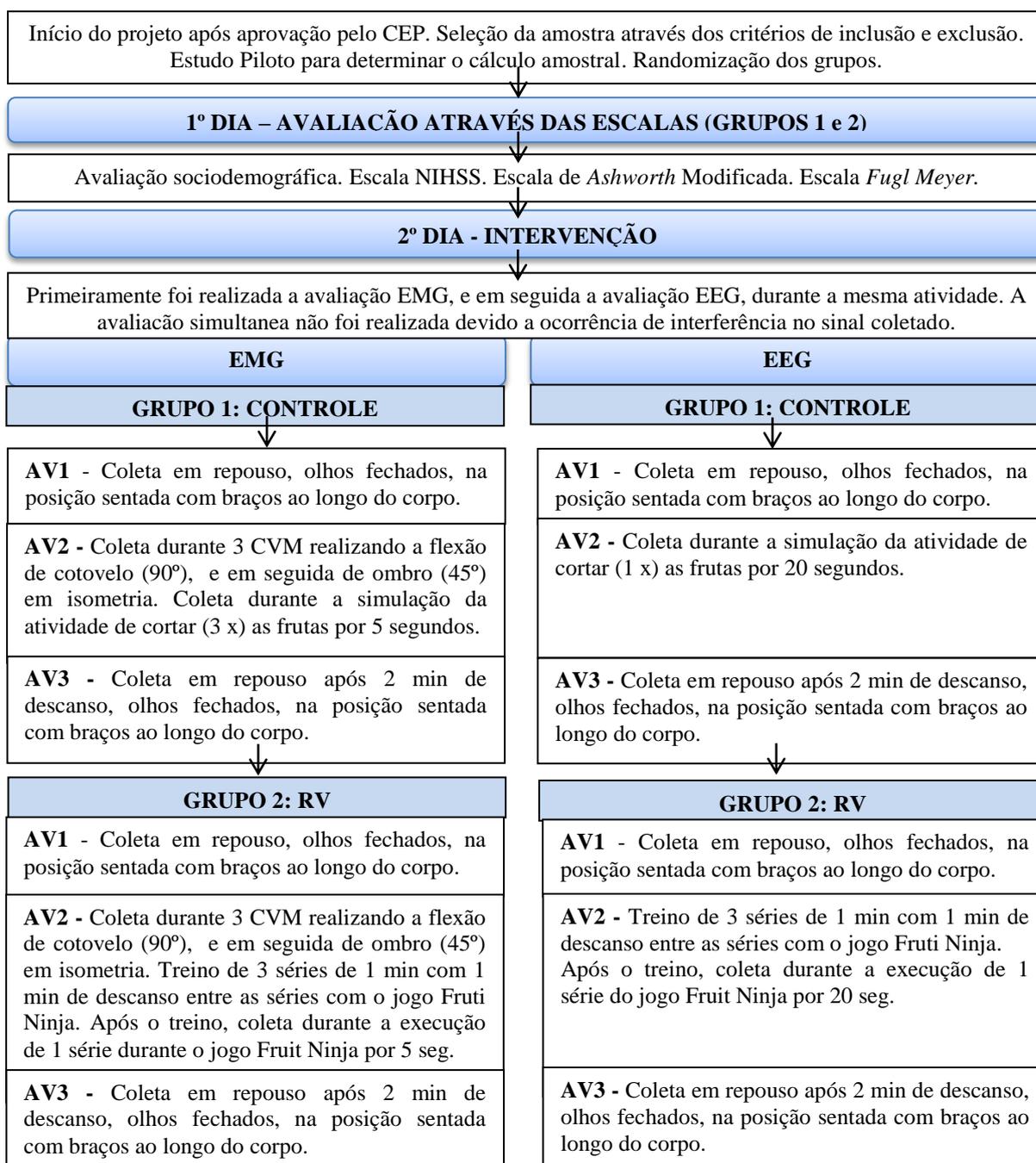
Fonte: Do autor.

O paciente foi submetido a um protocolo de 4 séries de 1 minuto, com descanso de 1 minuto entre as séries, de estímulo ao jogo de RV proposto. O jogo exigiu que o paciente executasse movimentos de “cortar frutas”, caracterizados por movimentação ativa de ombro e cotovelo (Fig.11). Foram considerados os 3 primeiros minutos como fase de adaptação e aprendizagem do estímulo, no último minuto foram coletados os sinais eletroencefalográficos e eletromiográficos do paciente. Os pacientes que estavam em tratamento fisioterapêutico não interromperam suas atividades.

8 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

O diagrama abaixo demonstra os procedimentos e as etapas que foram seguidas para a realização do presente estudo (Fig.12).

Figura 12 - Diagrama dos procedimentos do estudo.



Fonte: Do autor.

9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados descritivos foram apresentados através de média e desvio padrão e foi utilizado o teste *Shapiro-Wilk* para determinar a normalidade de todas as variáveis. Posteriormente foi utilizado o teste t independente (paramétrico) e *Mann-Whitney* (não paramétrico) para comparação intergrupos. O teste ANOVA (paramétrico), e o teste de Friedman (não paramétrico) e o Teste de Friedman seguido de Wilcoxon foram utilizados para comparação intragrupos; e o Teste ANOVA ONE WAY (paramétrico) para comparação intergrupos, para as variáveis relacionadas às coletas, EEG e EMG. O teste de correlação de *Spearman* foi utilizado para correlacionar os resultados obtidos na EMG e no EEG. Foi adotado $p < 0,05\%$ o programa estatístico utilizado foi o *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS versão 20.0).

10 RESULTADOS

Os resultados encontrados no presente estudo são demonstrados através de tabelas e figuras a seguir.

10.1 Característica da amostra

A tabela 1 demonstra as características sociodemográficas de ambos os grupos. De acordo com os resultados verificou-se que houve diferença estatística entre os grupos para a variável massa corporal ($p = 0,002$) e IMC ($p = 0,048$). Todos os participantes do presente estudo apresentaram AVE isquêmico.

Tabela 1. Características sociodemográficas da amostra: dados quantitativos.

		G1(n = 13)	G2(n=14)	<i>p</i>
Idade (anos)	$\bar{x} \pm \sigma$	50,38 ± 3,73	56,30 ± 2,88	0,185 ^b
	IC 95%	42,24 – 58,52	50,01 – 62,59	
Massa corporal (KG)	$\bar{x} \pm \sigma$	68,07 ± 4,67	69,69 ± 2,55	0,002*^a
	IC 95%	57,89 – 78,25	64,12 – 75,26	
Altura (cm)	$\bar{x} \pm \sigma$	1,62 ± 0,02	1,65 ± 0,01	0,299 ^a
	IC 95%	1,57 – 1,68	1,61 – 1,69	
IMC (Kg/cm ²)	$\bar{x} \pm \sigma$	25,43 ± 1,23	25,59 ± 0,75	0,048*^a
	IC 95%	22,74 – 28,11	23,95 – 27,22	
Tempo de lesão (meses)	$\bar{x} \pm \sigma$	81,76 ± 25,56	102,92 ± 24,23	0,685 ^b
	IC 95%	26,06 – 137,46	50,12 – 155,72	
Escolaridade (anos)	$\bar{x} \pm \sigma$	2,30 ± 0,17	2,23 ± 0,23	0,511 ^a
	IC 95%	1,92 – 2,68	1,72 – 2,73	
Lateralidade da lesão		8 (61,53%) Direita 5 (38,46%) Esquerda	7 (50%) Direita 7 (50%) Esquerda	

a: Teste t independente; b: Teste de Mann-Whitney. * $p < 0,05$, G1: Grupo controle; G2: Grupo Realidade Virtual, IMC: índice de massa corpórea.

Na tabela 2. Encontram-se as características clínicas de ambos os grupos. Em relação às características clínicas, não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos.

Tabela 2. Características clínicas da amostra.

Variáveis		G1(n = 13)	G2(n=14)	P	
Mini-Mental	$\bar{x}\pm\sigma$	24,00±0,91	24,38±0,85	0,45 ^a	
	IC 95%	21,99 – 26,00	22,52 – 26,23		
Escala <i>Fugl-Meyer</i>	$\bar{x}\pm\sigma$	94,76±14,69	88,07±20,05	0,21 ^a	
	IC 95%	85,88-103,65	75,95-100,10		
Escala NIHSS	Leve	11 (84,61%)	12 (85,71%)	0,98 ^b	
	Moderado	2 (15,38%)	2 (14,28%)		
MAS	Flexão/ Extensão de Cotovelo	0	F - 3 (23,1%) E - 4 (30,8%)	F - 2 (14,3%) E - 2 (14,3%)	F 0,67 ^b
		1	F - E - 5 (38,5%)	-	E 0,42 ^b
		1+	F - 5 (38,5%) E -	F - 6 (42,9%) E - 7 (50%)	
		2	F - 5 (38,5%) E - 4 (30,8%)	F - 6 (42,9%) E - 4 (28,6%)	
		3	-	F - E - 1 (7,1%)	
		0	F - 4 (30,8%) E - 6 (46,2%)	F - 6 (42,9%) E - 6 (42,9%)	F 0,67 ^b
		1	F - 6 (46,2%) E - 7 (53,8%)	F - 5 (35,7%) E - 3 (21,4%)	E 0,62 ^b
		1+	-	-	
		2	F - 3 (23,1%) E - 4 (30,8%)	F - 2 (14,3%) E - 3 (21,4%)	
		3		F - 3 (7,1%) E - 2 (14,3%)	

a: Teste T Independente; b: Teste de Mann-Whitney. G1: Grupo controle; G2: Grupo Realidade Virtual; NIHSS: *National Institute of Health Stroke Scale*, MAS: Escala de *Ashworth* Modificada. F: Flexor. E: Extensor.

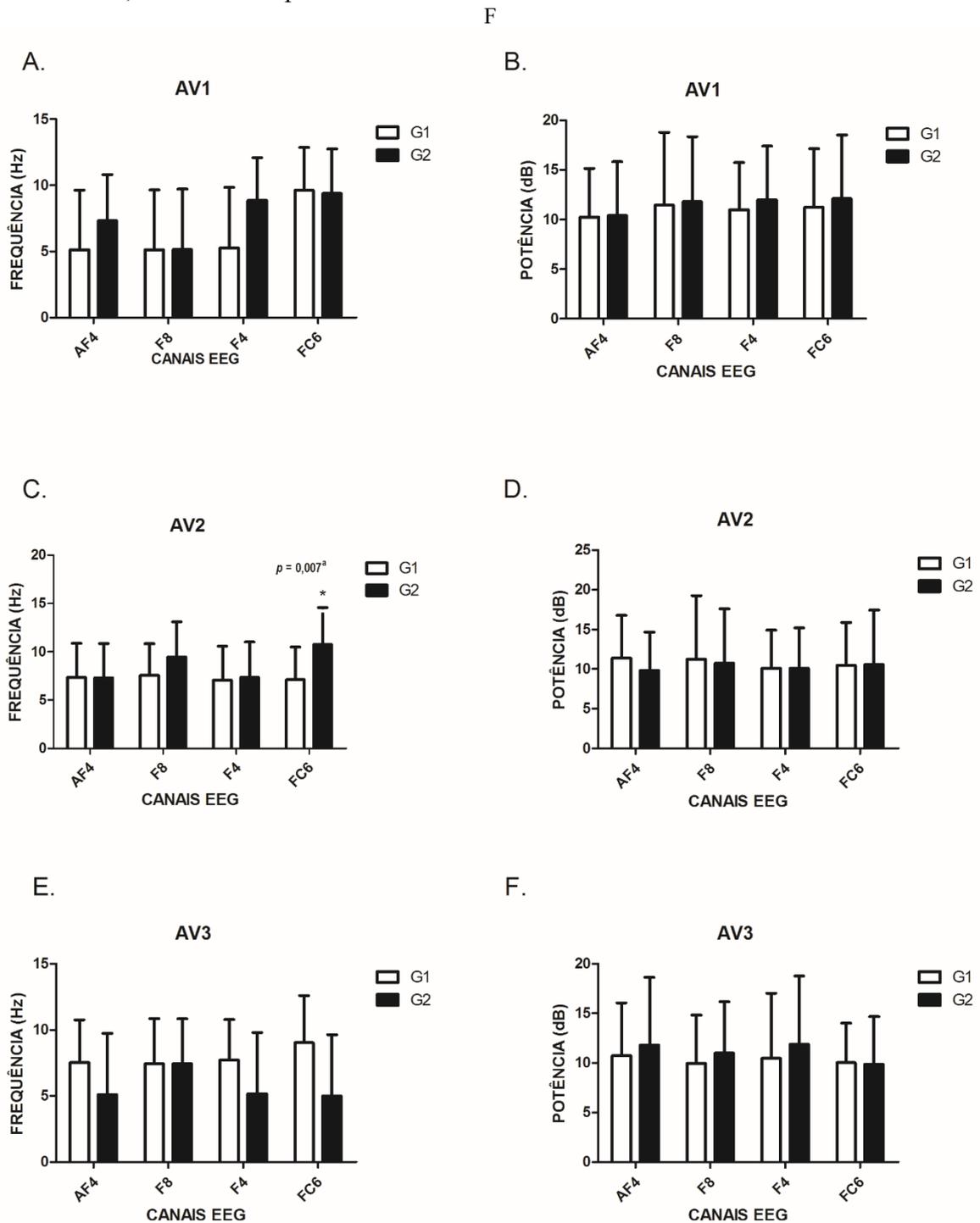
10.2 Avaliação da excitabilidade do córtex frontal, pré-frontal e motor primário - EEG

Na figura 13 é demonstrada a atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério direito, comparação intergrupos. Foram observadas diferenças estatísticas dentro da banda alfa, para o canal FC6 com aumento para os dados de frequência para o grupo G2-RV no momento do treino de RV. A figura 14 demonstra a atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério direito, comparação intragrupos. Em que foi observada modificação do padrão de recrutamento neural no grupo G1 para o canal F8, com diminuição para os dados de potência entre o repouso inicial e final, e entre o treino da atividade e o repouso final. E no grupo G2-RV para o canal AF4, com aumento para os dados de potência no repouso final comparado ao momento do treino; e para o canal FC6, com aumento dos dados de potência no repouso inicial comparado ao final.

A figura 15 caracteriza a atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério esquerdo na comparação intergrupos. Os resultados demonstraram modificações no padrão de recrutamento neural para o canal F7 com aumento para os dados de frequência para o grupo G2-RV durante o estímulo imediato de RV. A figura 16 corresponde a análise da atividade eletroencefalográfica dos canais referentes ao hemisfério esquerdo, na comparação intragrupos. E, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tempos de avaliação para os dados de potência e frequência.

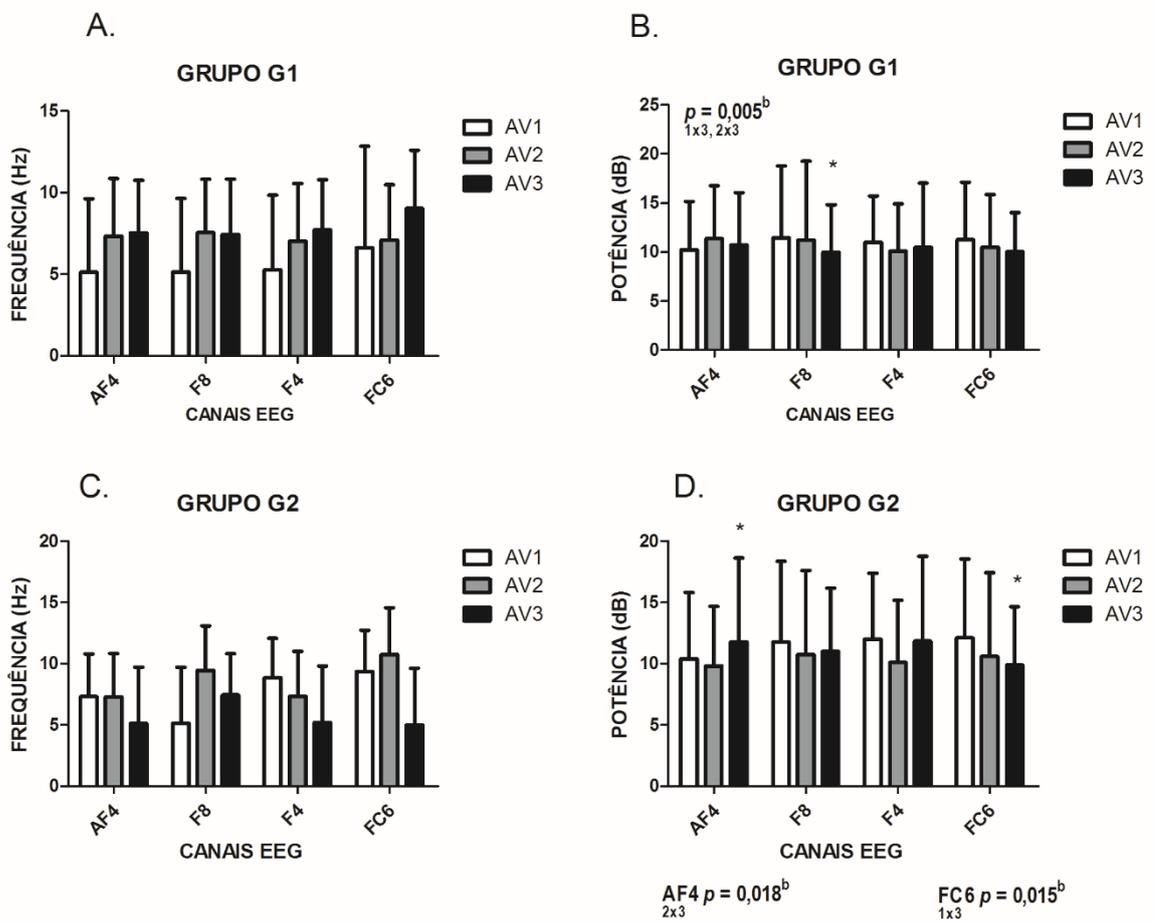
Na figura 17 é caracterizada a atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do lado acometido pela lesão de cada paciente respectivamente, na comparação intergrupos. Foi observado que houve diferença significativa com aumento dos dados de frequência para o canal F0 (F7/F8) para o grupo G2-RV durante o treino de RV. E na figura 18 é demonstrada a análise da atividade eletroencefalográfica para ambos os grupos em dados de frequência e potência, na comparação intragrupos. E foram observadas que não houve diferença estatística entre os tempos de avaliação.

Figura 13 - Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério direito, comparação intergrupos. A. Avaliação 1 – inicial, dados de frequência. B. Avaliação 1 – inicial, dados de potência. C. Avaliação 2 – durante a intervenção, dados de frequência. D. Avaliação 2 – durante a intervenção, dados de potência. E. Avaliação 3 – final, dados de frequência. F. Avaliação 3 – final, dados de potência. a: Teste de Mann-Whitney; ANOVA ONE WAY. EEG: Eletroencefalograma; AV: avaliação; G1: Grupo Controle; G2: Grupo intervenção; AF4: pré-frontal direito; F8: frontal direito; F4: frontal direito; FC6: motora primária direita.



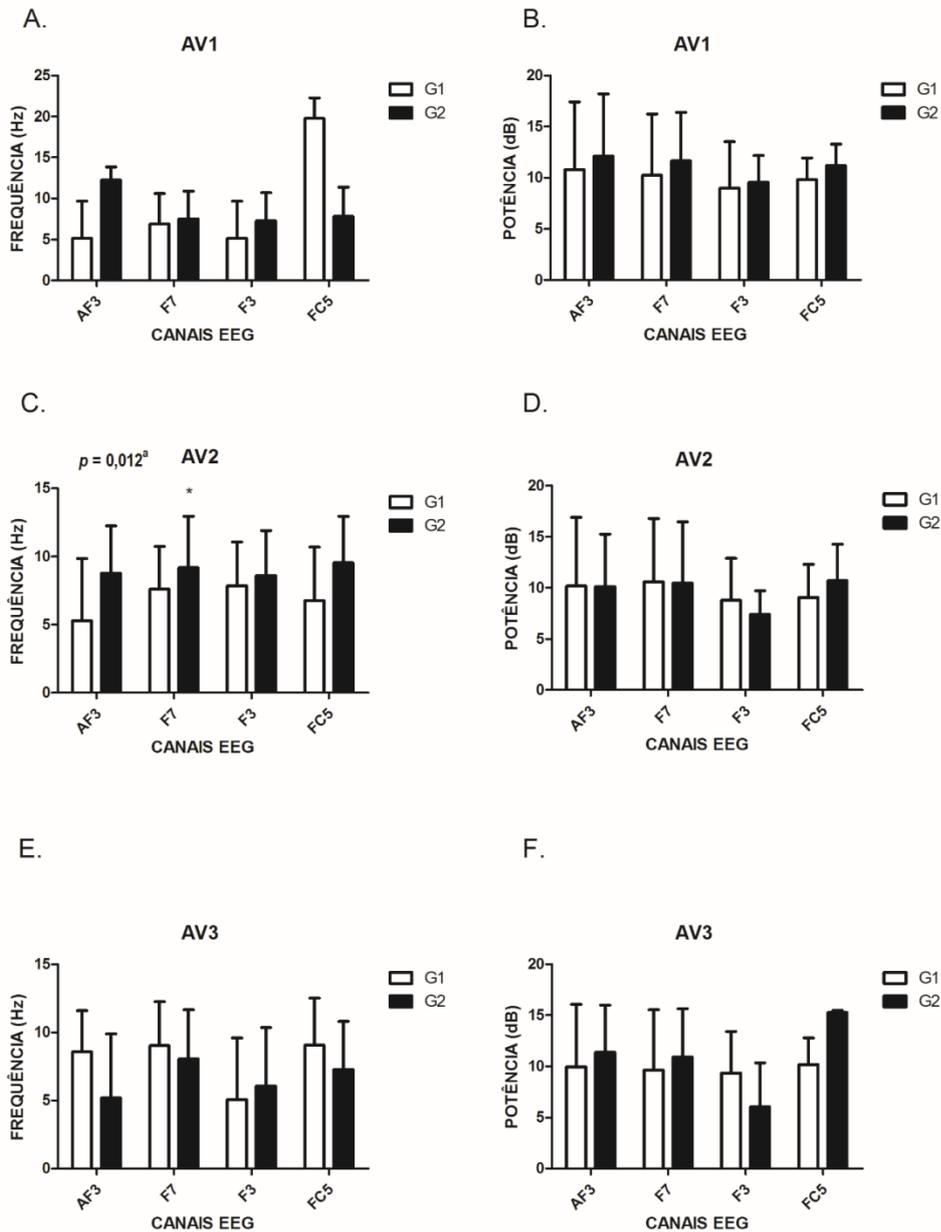
Fonte: Do autor.

Figura 14 - Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério direito, comparação intragrupos. A. Grupo 1 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de frequência. B. Grupo 1 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de potência. C. Grupo 2 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de frequência. D. Grupo 2 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de potência. b: ANOVA. Eletroencefalograma; AV: avaliação; G1: Grupo Controle; G2: Grupo intervenção; AF4: pré-frontal direito; F8: frontal direito; F4: frontal direito; FC6: motora primária direita.



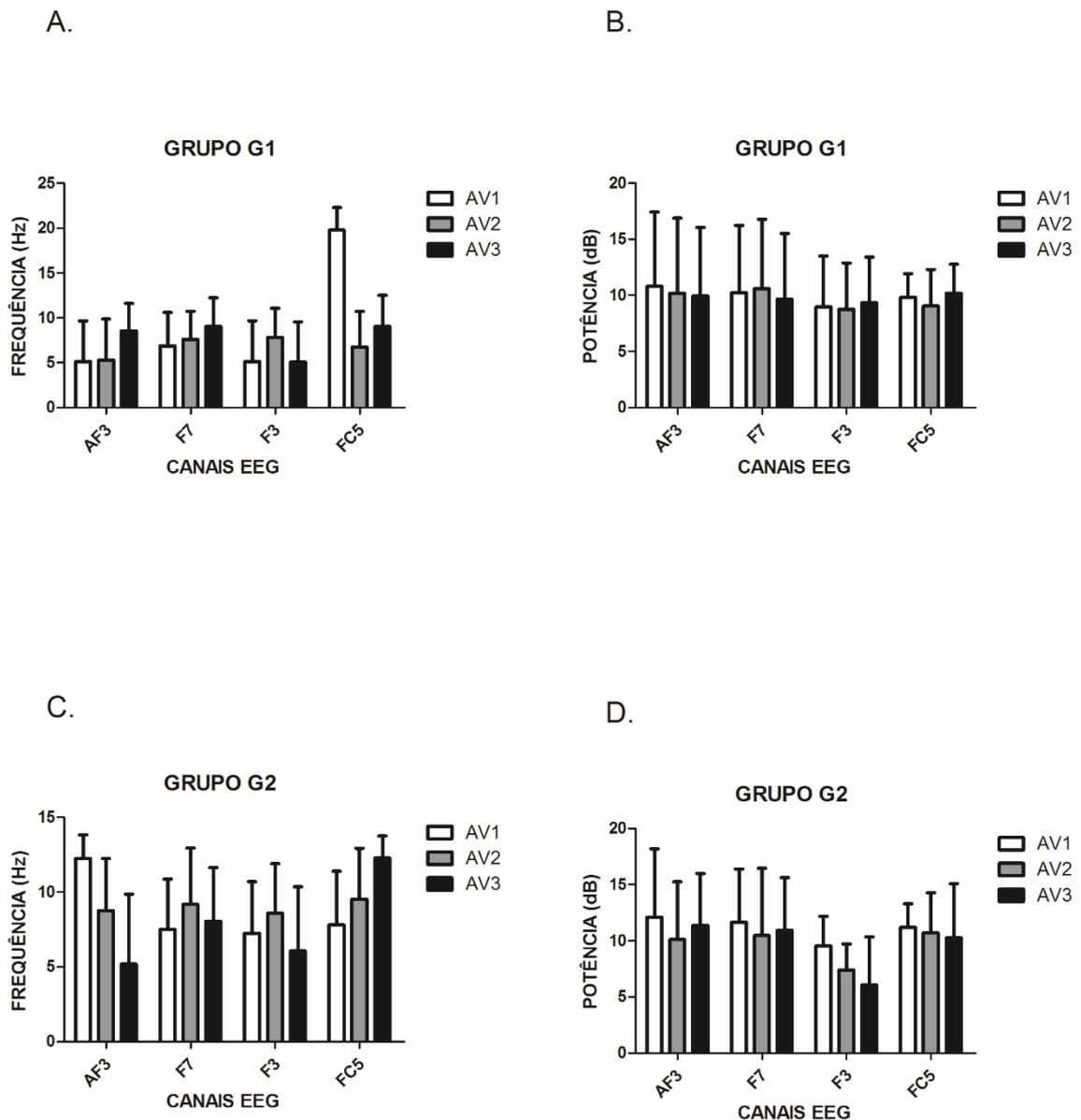
Fonte: Do autor.

Figura 15 - Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério esquerdo, comparação intergrupos. A. Avaliação 1 – inicial, dados de frequência. B. Avaliação 1 – inicial, dados de potência. C. Avaliação 2 – durante a intervenção, dados de frequência. D. Avaliação 2 – durante a intervenção, dados de potência. E. Avaliação 3 – final, dados de frequência. F. Avaliação 3 - final, dados de frequência. a: Teste de Mann-Whitney. EEG: Eletroencefalograma; AV: avaliação; G1: Grupo Controle; G2: Grupo intervenção; AF4: pré-frontal esquerdo; F8: frontal esquerdo; F4: frontal esquerdo; FC6: motora primária esquerda.



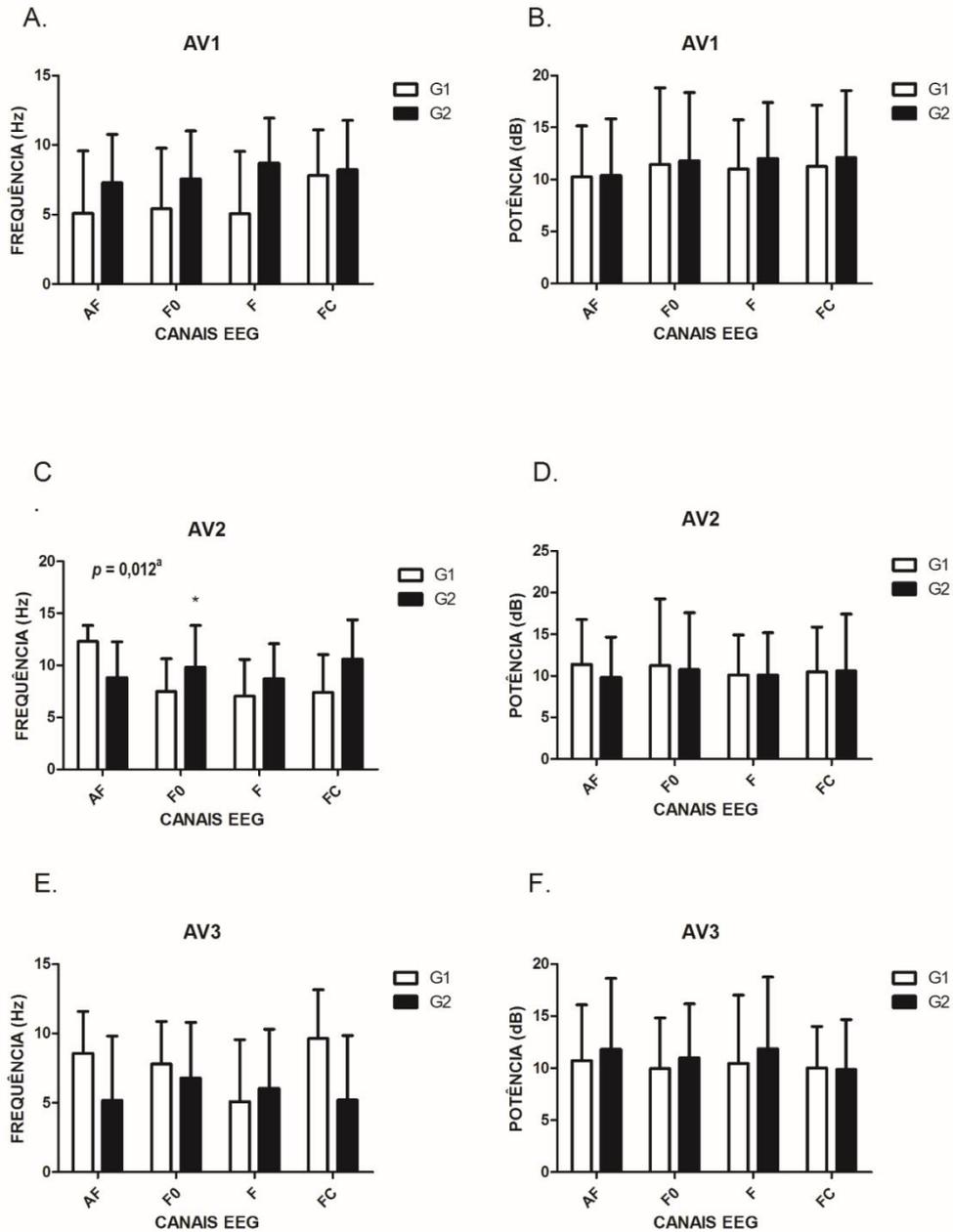
Fonte: Do autor.

Figura 16 - Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do hemisfério esquerdo, comparação intragrupos. A. Grupo 1 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de frequência. B. Grupo 1 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de potência. C. Grupo 2 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de frequência. D. Grupo 2 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de potência. Teste de Friedman; ANOVA. EEG: Eletroencefalograma; AV: avaliação; G1: Grupo Controle; G2: Grupo intervenção; AF4: pré-frontal esquerdo; F8: frontal esquerdo; F4: frontal esquerdo; FC6: motora primária esquerda.



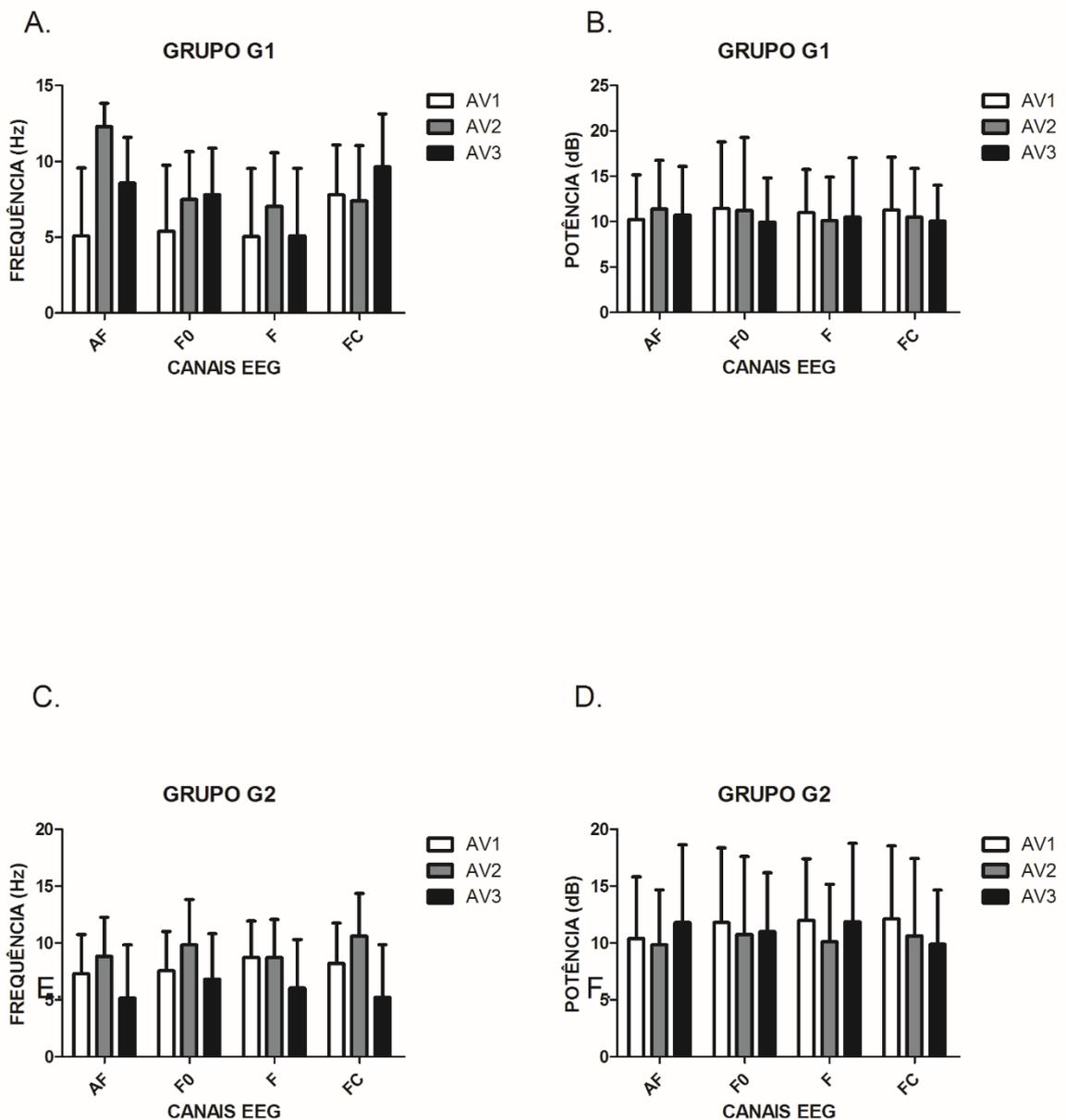
Fonte: Do autor.

Figura 17 - Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do lado acometido, comparação intergrupos. A. Avaliação 1 – inicial, dados de frequência. B. Avaliação 1 – inicial, dados de potência. C. Avaliação 2 – durante a intervenção, dados de frequência. D. Avaliação 2 – durante a intervenção, dados de potência. E. Avaliação 3 – final, dados de frequência. F. Avaliação 3 - final, dados de potência. a: Teste de Friedman; Teste T Independente. EEG: Eletroencefalograma; AV: avaliação; G1: Grupo Controle; G2: Grupo intervenção; AF: pré-frontal; F0: frontal; F: frontal; FC: motora primária.



Fonte: Do autor.

Figura 18 - Atividade eletroencefalográfica de ambos os grupos apresentados em frequência e potência do lado acometido, comparação intragrupos. A. Grupo 1 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de frequência. B. Grupo 1 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de potência. C. Grupo 2 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de frequência. D. Grupo 2 – comparação entre os tempos de avaliação 1 (inicial), 2 (intervenção) e 3 (final), dados de potência. Teste de Friedman; ANOVA; EEG: Eletroencefalograma; AV: avaliação; G1: Grupo Controle; G2: Grupo intervenção; AF: pré-frontal; F0: frontal; F: frontal; FC: motora primária.



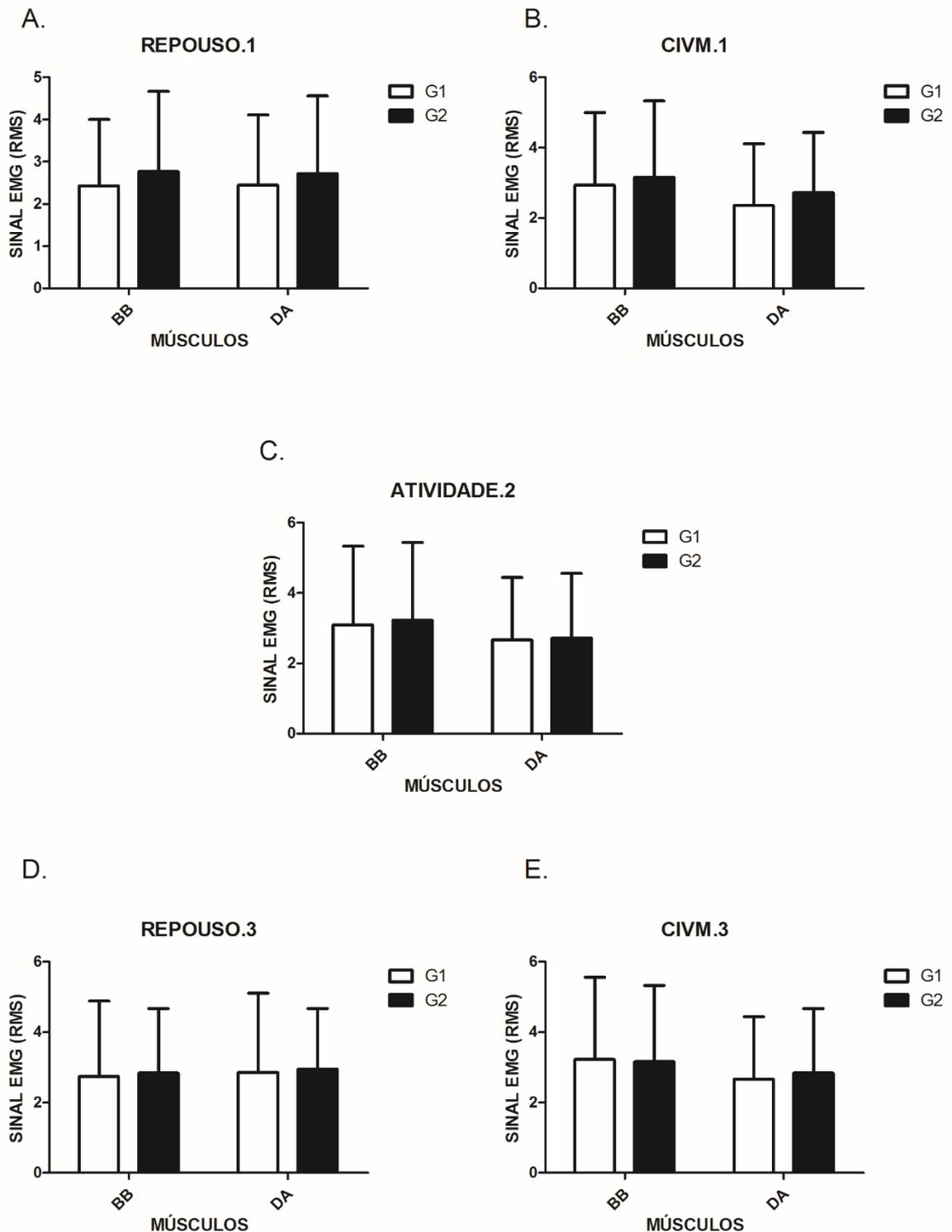
Fonte: Do autor.

10.3 Avaliação da excitabilidade dos músculos Bíceps Braquial e Deltóide Anterior – Eletromiografia de superfície.

A figura 19 apresenta a atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e deltóide anterior, na comparação intergrupo. Os resultados evidenciaram que não houve diferença estatística entre os grupos para ambos os músculos avaliados.

Na figura 20 é demonstrada a atividade eletromiográfica dos músculos na comparação intragrupos. E foi observado que houve aumento significativo da atividade eletromiográfica para o músculo BB em ambos os grupos, em que para o grupo G1 entre o repouso inicial e a atividade proposta, e repouso inicial e repouso final ($p=0,00$); no G2, houve diferença estatística entre o repouso inicial e o treino de RV (1x2), e durante o treino de RV e o repouso final (2x3) ($p=0,00$) com aumento na comparação 1x2 e redução na comparação 2x3. A atividade eletromiográfica do músculo DA aumentou estatisticamente ($p=0,04$) na comparação entre o momento da atividade proposta e o repouso final (2x3), para o G1.

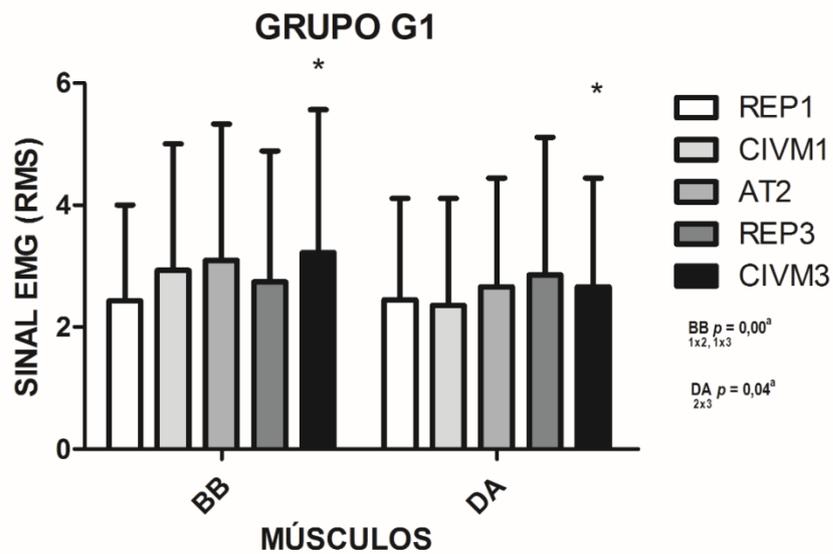
Figura 19 - Atividade eletromiográfica dos músculos BB e DA na comparação intergrupos. A. Repouso1-avaliação inicial. B. CIVM1 – avaliação inicial. C. Atividade 2 – avaliação durante a intervenção. D. Repouso 3 – avaliação final. E. CIVM3 – avaliação final. Teste de Mann-Whitney; CIVM: contração isométrica voluntária máxima; BB: Bíceps braquial; DA: deltoide anterior.



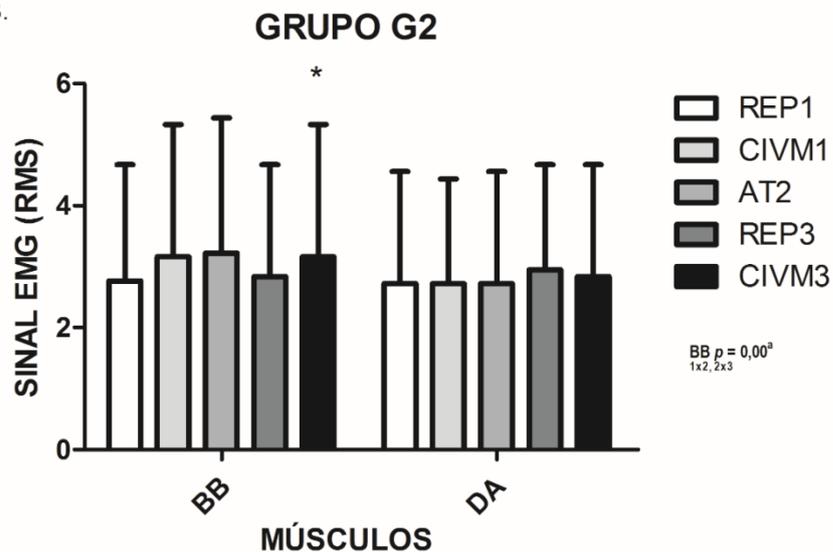
Fonte: Do autor.

Figura 20 - Atividade eletromiográfica dos músculos BB e DA na comparação intragrupos. A. Grupo 1 (controle) avaliação entre os tempos, 1 (inicial), 2 (intervenção), e 3 (final). B. Grupo 2 (intervenção) avaliação entre os tempos, 1 (inicial), 2 (intervenção), e 3 (final). a: Teste de Friedman seguido de Wilcoxon; CIVM: contração isométrica voluntária máxima; BB: Bíceps braquial; DA: deltoide anterior; REP1: repouso inicial; CIVM1: contração isométrica voluntária máxima 1, inicial; AT2: atividade - 2, intervenção; REP3: repouso final; CIVM3: contração isométrica voluntária máxima 3, final.

A.



B.

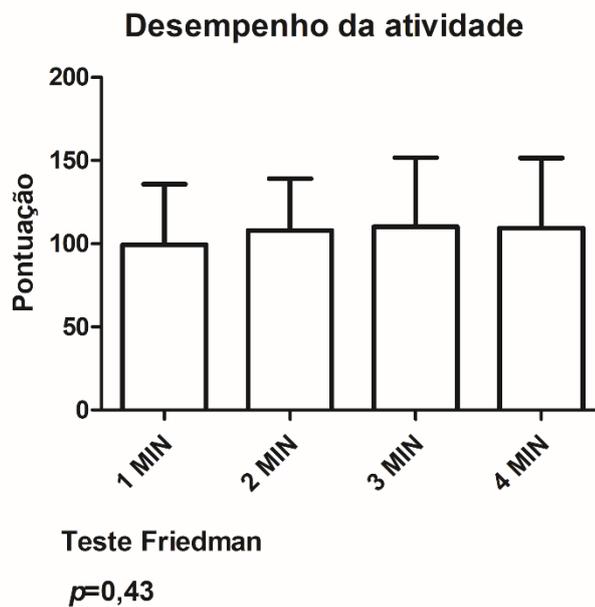


Fonte: Do autor.

10.4 Desempenho do Grupo 2 - Realidade Virtual durante a execução do jogo.

O desempenho dos participantes na atividade esta apresentado na figura 13, observa-se que não houve diferença estatística no desempenho dos indivíduos entre os minutos de execução do jogo ($p = 0,431$).

Figura 21 - Desempenho (pontuação) dos participantes.



Fonte: Do autor.

10.5 Correlação entre a excitabilidade cerebral e muscular do grupo controle e grupo intervenção para o lado acometido pela lesão.

A tabela 7 demonstra a correlação entre a excitabilidade central e periférica do grupo controle nos tempos de avaliação. Não existe correlação entre EMG e EEG para o grupo controle.

A tabela 8 demonstra a correlação entre a excitabilidade central e periférica do grupo intervenção nos tempos de avaliação. Observa-se que houve correlação positiva moderada entre F0 na terceira avaliação com o músculo BB durante a atividade ($p=0,046$; $r=0,56$);

houve correlação positiva forte entre F0 na terceira avaliação com o músculo BB durante a CIVM também na terceira avaliação ($p=0,002$; $r=0,797$); houve correlação positiva moderada entre F0 na terceira avaliação com relação ao músculo DA em repouso também na terceira avaliação ($p=0,046$; $r=0,56$); houve correlação positiva forte entre F0 na terceira avaliação com relação ao músculo DA em CIVM também na terceira avaliação ($p=0,001$; $r=0,83$). Todas as correlações indicam que à medida que aumenta a excitabilidade central (EEG) também aumenta a excitabilidade periférica (EMG).

Tabela 3. Correlação entre a excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) do grupo controle lado acometido

AV		1	2	3	1	3	1	2	3	1	3
	EMG	R	AT	R	CIVM	CIVM	R	AT	R	CIVM	CIVM
AV	EEG	BB	BB	BB	BB	BB	DA	DA	DA	DA	DA
1	r	-0,047	0,239	-0,052	0,132	0,259	0,014	0,316	0,053	0,014	0,272
	p	0,879	0,431	0,865	0,667	0,393	0,964	0,292	0,871	0,966	0,368
2	r	0,286	0,368	0,319	0,418	0,495	0,516	0,341	0,413	0,133	0,5
	p	0,344	0,216	0,289	0,156	0,085	0,071	0,255	0,183	0,681	0,082
3	r	0,066	0,129	-0,085	0,096	0,119	0,121	0,047	0,102	0,007	0,11
	p	0,83	0,673	0,781	0,754	0,7	0,693	0,879	0,753	0,983	0,72
1	r	0,374	0,379	0,187	0,456	0,443	0,5	0,275	0,378	0,182	0,445
	p	0,209	0,201	0,541	0,117	0,13	0,082	0,364	0,226	0,572	0,128
2	r	-0,069	0,039	0,176	0,019	0,088	0,124	0	0,154	-0,077	0,091
	p	0,823	0,901	0,565	0,95	0,775	0,687	1	0,632	0,812	0,768
3	r	0,072	0,022	-0,298	0,099	0,001	0,077	-0,118	-0,105	-0,112	-0,019
	p	0,816	0,943	0,324	0,747	0,996	0,802	0,7	0,745	0,728	0,95
1	r	0,1	0,293	0	0,227	0,313	0,166	0,332	0,071	0,077	0,329
	p	0,746	0,331	1	0,456	0,298	0,588	0,268	0,828	0,811	0,272
2	r	0,052	-0,061	0,124	-0,03	-0,043	0,096	-0,069	-0,077	-0,018	-0,022
	p	0,865	0,844	0,687	0,922	0,89	0,754	0,823	0,812	0,957	0,943
3	r	0,326	0,303	0,113	0,292	0,269	0,331	0,199	0,232	0,239	0,265
	p	0,278	0,314	0,713	0,332	0,374	0,269	0,515	0,468	0,455	0,382
1	r	-0,325	0,052	-0,16	-0,044	0,171	-0,151	0,146	0,203	-0,242	0,165
	p	0,279	0,865	0,603	0,886	0,577	0,622	0,635	0,527	0,449	0,59
2	r	0,256	0,11	0,05	0,173	0,215	0,396	0,05	0,154	0,077	0,22
	p	0,399	0,72	0,872	0,571	0,481	0,18	0,872	0,633	0,812	0,47
3	r	0,069	0,11	-0,124	0,135	0,142	0,118	0,006	0,098	-0,067	0,124
	p	0,823	0,72	0,687	0,66	0,643	0,7	0,986	0,761	0,837	0,687

Teste correlação de *Spearman*. * $p < 0,05$. AV: Avaliação; EEG: Eletroencefalograma; EMG: Eletromiografia; AF: pré-frontal; F0 e F: frontal; FC: Motora primária; BB: bíceps braquial; DA: deltoide anterior; R: repouso; AT: Atividade; CIVM: contração isométrica voluntária máxima. Fonte: Do autor.

Tabela 4. Correlação entre a excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) do grupo intervenção lado acometido

AV			1	2	3	1	3	1	2	3	1	3
AV	EEG	EMG	R	AT	R	CIVM	CIVM	R	AT	R	CIVM	CIVM
			BB	BB	BB	BB	BB	DA	DA	DA	DA	DA
1		r	-0,07	0,063	0,184	0,058	0,088	-0,111	0,249	0,239	0,121	0,06
		p	0,829	0,837	0,547	0,851	0,787	0,732	0,436	0,431	0,694	0,854
2	AF	r	-0,127	0,052	-0,099	-0,017	-0,092	-0,152	-0,158	0,069	-0,21	0,12
		p	0,695	0,865	0,747	0,957	0,777	0,638	0,623	0,823	0,491	0,711
3		r	0	-0,245	-0,297	-0,187	-0,287	0,079	-0,21	-0,338	-0,3	-0,161
		p	1	0,42	0,324	0,541	0,365	0,807	0,512	0,258	0,32	0,617
1		r	-0,018	-0,143	-0,017	-0,154	-0,07	-0,1	-0,081	0,091	-0,218	-0,004
		p	0,957	0,641	0,957	0,615	0,828	0,757	0,803	0,768	0,475	0,991
2	F0	r	-0,011	0,347	0,336	0,223	0,21	-0,035	0,35	0,358	0,184	0,273
		p	0,974	0,246	0,262	0,464	0,512	0,914	0,264	0,23	0,547	0,39
3		r	0,608	0,56	0,484	0,363	0,797	0,602	0,441	0,56	0,495	0,832
		p	0,036	0,046*	0,094	0,223	0,002*	0,038	0,152	0,046*	0,086	0,001*
1		r	0,067	0,193	0,209	0,278	-0,179	0,046	0,291	0,267	0,044	-0,014
		p	0,837	0,528	0,492	0,357	0,579	0,888	0,358	0,377	0,886	0,966
2	F	r	-0,511	0,017	0,008	-0,151	-0,312	-0,521	-0,2	0,105	-0,36	-0,228
		p	0,089	0,957	0,979	0,622	0,324	0,082	0,534	0,734	0,226	0,477
3		r	0,308	0,143	0,085	0,201	0,088	0,298	0,319	0,083	0,234	0,144
		p	0,33	0,641	0,782	0,511	0,787	0,346	0,313	0,789	0,442	0,656
1		r	0,06	0,121	0,237	0,077	0,021	-0,046	0,298	0,284	0,083	0,025
		p	0,854	0,693	0,436	0,802	0,948	0,888	0,346	0,347	0,788	0,94
2	FC	r	-0,175	0,198	0,28	0,011	0,098	-0,182	0,182	0,126	0,093	0,014
		p	0,587	0,517	0,354	0,972	0,762	0,571	0,572	0,681	0,762	0,966
3		r	-0,046	-0,331	-0,358	-0,292	-0,288	-0,037	-0,245	-0,383	-0,275	-0,225
		p	0,888	0,27	0,23	0,333	0,364	0,909	0,442	0,197	0,362	0,483

Teste correlação de *Spearman*. * $p < 0,05$. AV: Avaliação; EEG: Eletroencefalograma; EMG: Eletromiografia; AF: pré-frontal; F0 e F: frontal; FC: Motora primária. BB: bíceps braquial; DA: deltoide anterior; R: repouso; AT: Atividade; CIVM: contração isométrica voluntária máxima. Fonte: Do autor.

11 DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi avaliar a excitabilidade central e periférica de indivíduos submetidos à realidade virtual para o membro superior parético após AVE, e correlacionar os achados da avaliação central, através da atividade eletroencefalográfica, com os resultados da avaliação periférica, através da atividade eletromiográfica dos participantes de ambos os grupos.

Este estudo trata-se da primeira pesquisa a investigar o efeito imediato do treino de RV no desempenho da atividade cerebral e muscular em pacientes com AVE. Além disso, caracteriza-se também por um estudo pioneiro quanto a realização da correlação dos achados eletromiográficos e eletroencefalográficos entre os tempos de avaliação, propostos no presente estudo.

11.1 Características da amostra

Em relação a homogeneidade de amostra, foram observadas diferenças estatísticas quanto as variáveis sociodemográficas massa corporal e IMC entre os grupos G1 e G2. Em que foi observado que os participantes do grupo G2- RV, apresentaram maior massa corporal quando comparados aos integrantes do grupo controle G1.

Um estudo de coorte retrospectivo foi realizado por BURKE *et al.* (2014), com o objetivo de investigar a associação entre o IMC e o desempenho funcional de pacientes acometidos por AVE, internados em um hospital de reabilitação. Os autores realizaram uma comparação entre o IMC e a pontuação obtida por 819 pacientes, na pré e pós internação, na avaliação pela escala MIF. Os valores adotados para classificação do IMC foram: grupo abaixo do peso caracterizado como valores $<18,5\text{kg}/\text{cm}^2$; peso normal $18,51$ a $25\text{kg}/\text{cm}^2$; grupo com sobrepeso, $25,1$ a $30\text{kg}/\text{cm}^2$; e grupo obeso $>30\text{kg}/\text{cm}^2$ (FLEGAL, *et al.*, 2013). Os resultados do estudo evidenciaram que os indivíduos com sobrepeso (média de $26,6\text{Kg}/\text{cm}^2$) apresentaram melhor desempenho funcional na escala MIF que os indivíduos obesos e com peso normal.

Dessa forma, os valores das médias do IMC obtidas no presente estudo, podem não interferir nos resultados obtidos. Pois, foi observado que em ambos os grupos, os valores médios de IMC (G1: 25,43kg/cm² e G2: 25,59kg/cm²), caracterizam a classificação dos grupos como sobrepeso. Assim, de acordo com o estudo apresentado acima, a caracterização de sobrepeso apresentada pelos grupos poderia ser uma característica positiva e favorável no desempenho funcional dos indivíduos durante a execução da atividade proposta no presente estudo, sendo com ou sem o estímulo de RV.

Em relação às variáveis clínicas, foi confirmada a homogeneidade da amostra. Este resultado tornou-se importante para que não ocorresse influência, principalmente do grau de comprometimento neurológico e funcionalidade do membro superior, no desempenho dos indivíduos durante a atividade proposta, à medida que poderia influenciar nos dados da atividade eletroencefalográfica e eletromiográfica coletados.

11.2 Comparações da atividade eletroencefalográfica entre os grupos e entre os tempos de avaliação.

Foram avaliados os dados referentes aos canais do hemisfério esquerdo (HE) e hemisfério direito (HD) separadamente, independente da lateralidade da lesão. E outra análise foi realizada considerando os dados dos canais do hemisfério do lado acometido (LA) pela lesão de cada paciente em cada grupo respectivamente. Os canais avaliados foram os referentes as áreas do córtex Pré-Frontal esquerdo e direito (AF3/AF4); Frontal esquerdo e direito (F3/F4); Frontal esquerdo e direito (F7/F8); e Motora primária esquerda e direita (FC5/FC6).

De acordo com a literatura, o registro da atividade eletroencefalográfica cerebral associado à execução de específicas atividades motoras trata-se de um método eficaz no estudo das funções corticais relacionadas a tarefas motoras voluntárias (LUFT; ANDRADE, 2006).

No presente estudo foram avaliadas as alterações do padrão da atividade cerebral de indivíduos, submetidos ou não, ao estímulo de RV. Os dados foram avaliados dentro das bandas de frequência alfa e beta, pois são as mais relevantes ao estudo da análise da aprendizagem motora (QUANDT, *et al.*, 2012). Os dados de potência, que se referem à amplitude do sinal EEG, também foram avaliados. Pois, a análise desses dados que

possibilitou indicar se houve alteração no padrão de recrutamento neural, com aumento ou diminuição para os dados de potência, dentro da banda de frequência analisada (BASTOS *et al.*, 2004).

Assim, em relação à análise dos canais referentes ao HD, na comparação intergrupos, foram observadas mudanças significativas no padrão de recrutamento neural com aumento da atividade cerebral para a banda de frequência alfa no canal FC6 no grupo G2-RV, quando comparado ao grupo G1. Este resultado evidenciou que houve um maior recrutamento do córtex motor primário, do hemisfério direito, nos indivíduos submetidos ao treino imediato de RV.

Alguns autores investigaram o efeito imediato do treino de 2 horas da atividade de datilografia sobre a atividade elétrica cerebral. Participaram do estudo 29 indivíduos saudáveis, e as áreas avaliadas foram a pré-frontal, frontal e central. A banda de frequência avaliada foi a beta, considerando de 13-25Hz. Os resultados demonstraram mudanças na adaptação da atividade neuronal para as regiões F3/F4, C3/C4 e P3/P4. Os achados sugeriram que o treino imediato de uma atividade para o membro superior, de forma específica a datilografia, em indivíduos saudáveis gerou uma adaptação das regiões pré-frontal, somatossensorial e parietal em consequência do treinamento (VELASQUES, *et al.*, 2007).

FERNANDES *et al.* (2014) compararam o efeito imediato do treinamento com jogo de RV em pacientes com AVE, de acordo com a respectiva lesão cerebral. Foram incluídos 20 indivíduos com AVE, sendo 10 com lesão à direita; e 20 indivíduos saudáveis. Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação cinemática de beber um copo de água antes e depois do treino, e com o jogo de tênis de mesa do XBOX 360 Kinect®. Realizaram 2 séries de 10 repetições com duração de 45 segundos, com 15 minutos de descanso entre as séries, num total de 30 minutos. Os resultados demonstraram que após o treino, somente os pacientes com lesão cerebral a direita melhoraram a amplitude de movimento de ombro e cotovelo. Os achados desta pesquisa podem ser comparados com os do presente estudo, pois sugere, dessa forma que, pacientes com lesão cerebral a direita respondem melhor ao treino de RV, pois o ambiente virtual promoveu influência na lateralidade da ativação cerebral e desempenho funcional de indivíduos submetidos ao treino imediato de um jogo de RV oferecido pelo XBOX, assim como foi observado no presente estudo.

Ainda em relação ao treino imediato, também é demonstrado na literatura estudos com primatas e com exame de neuroimagem em seres humanos. Evidenciam que para a aprendizagem rápida de sequências motoras, há um envolvimento de recursos atencionais e

executivos, conduzindo o recrutamento principalmente do córtex pré-frontal. Outros estudos com exame de neuroimagem, como a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) e a Ressonância Magnética Funcional (RMF), evidenciaram que o tempo de reação e precisão da produção de força e aprendizagem imediata estão relacionadas à atividade das áreas frontoparietais (DAYAN; COHEN, 2011).

Já na comparação intragrupos, também na análise referente aos canais do hemisfério direito, foram observadas, alterações no sinal eletroencefalográfico coletado para o grupo G2-RV no canal AF4, com aumento para os dados de potência na comparação entre o momento da intervenção e repouso final; e no canal FC6, com diminuição para os dados de potência na comparação do repouso inicial com repouso final.

E para o grupo G1, foram observadas mudanças no padrão da atividade cerebral do canal F8, com diminuição para os dados de potência em todos os tempos de avaliação. Assim, os resultados demonstraram alterações significativas nas áreas do córtex pré-frontal, motor primário e frontal do hemisfério direito dos indivíduos participantes do estudo.

Dessa forma, as modificações encontradas no padrão da atividade cerebral do HD podem ser justificadas pela teoria de Goldberg, que afirma que cada hemisfério cerebral pode apresentar um padrão assimétrico diferente devido ao processo de aprendizagem. Os novos estímulos são processados pelo hemisfério direito, e as informações já compreendidas, pelo hemisfério esquerdo. Outro aspecto importante, a respeito da funcionalidade cerebral no processo de aprendizagem, caracteriza-se pela maior ativação do hemisfério direito durante a aquisição de uma nova informação, e maior ativação do hemisfério esquerdo após a fase do aprendizado. Esta informação pode evidenciar que a atividade assimétrica cerebral indica se houve ou não a aquisição de uma determinada habilidade motora (GOLDBERG, 2002).

É evidenciado na literatura que, no estágio inicial da aprendizagem motora, as áreas que desempenham papel mais importante são o córtex frontal dorsolateral; o córtex pré-frontal; o córtex pré-motor e córtex parietal superior posterior do hemisfério direito. Posteriormente, há uma maior ativação do córtex pré-frontal no hemisfério esquerdo (GOLDBERG, 2002).

Assim, em relação a avaliação dos dados referentes aos canais do HE, e do LA, foram observadas diferenças estatísticas nas áreas frontais esquerda e direita na comparação intergrupos. Houve modificação, para ambos canais avaliados, do padrão de recrutamento neural na banda alfa. Com aumento da frequência para o grupo G2 comparado ao G1 durante a intervenção, referente ao momento de execução da atividade proposta sem (G1) ou com (G2) o estímulo de RV. Estes resultados evidenciam que a área frontal, tanto do HE quanto

dos canais do LA de acordo com cada paciente respectivamente, sofreu influência do estímulo de RV. Pois, demonstraram aumento da atividade eletroencefalográfica do hemisfério acometido pela lesão, dentro da banda alfa de frequência, no momento da intervenção para o grupo submetido a RV. Assim, os achados encontrados acima são importantes, pois alguns autores demonstraram que a atividade alfa é muito relevante no estudo da aprendizagem motora, devido a associação direta na melhora do desempenho, maior sincronia neural e menor esforço cerebral. Foi verificado principalmente aumento da atividade alfa, ou seja, redução da ativação, nas regiões frontais, pré-frontais e temporais, e uma diminuição da atividade eletroencefalográfica cortical no hemisfério esquerdo comparado ao direito em estudos de aprendizagem motora realizado com indivíduos saudáveis (HATFIELD *et al.*, 2004; HAUFLER *et al.*, 2000)

Já no estudo de ORIHUELA-ESPINA *et al.* (2013) os autores investigaram a ocorrência de estratégias de reorganização neural após a prática da Terapia de Gesto, que consiste em exercícios em ambiente virtual para o membro superior. O estudo foi realizado com 8 indivíduos, com diagnóstico de AVE na fase crônica e presença de hemiparesia. A intervenção consistiu de 20 sessões de estímulo de RV com duração de 45 minutos cada sessão. Foram captadas imagens por Ressonância Magnética Funcional antes do treino, durante o estímulo de RV, e após o treino. A escala Fugl-Meyer e o Índice de Motricidade também foram utilizados na avaliação dos indivíduos. Os resultados demonstraram melhoras significativas na funcionalidade dos participantes do estudo; aumento da ativação do córtex motor contralesional não afetado; recrutamento cerebelar e ativação compensatória do córtex pré-frontal. Assim, diferentemente do presente estudo, no trabalho citado os pacientes foram submetidos a um tempo maior de treino de RV, o que pode ter favorecido principalmente a ativação do hemisfério não acometido pela lesão e compensação do córtex pré-frontal.

CALABRÒ *et al.* 2017, realizaram um ensaio clínico randomizado piloto com objetivo de compreender a base neurofisiológica da recuperação da função motora induzida pelo treino de marcha associado a RV e ao treino de marcha sem estímulo virtual, através da avaliação da atividade eletroencefalográfica de 24 indivíduos acometidos por AVE na fase crônica. Os participantes foram randomizados em dois grupos, o grupo intervenção realizou o treino de marcha com estímulo virtual e o outro grupo sem o estímulo. As avaliações da funcionalidade e da atividade eletroencefalográfica foram realizadas de forma imediata, antes e após a intervenção. Os autores encontraram que o treino associado a RV promoveu melhora na marcha e equilíbrio dos indivíduos. Em relação a atividade eletroencefalográfica foi verificado maior ativação das bandas high- γ e β no córtex fronto-central (área motora

primária) do hemisfério afetado. Os resultados sugerem que o uso da RV pode promover o recrutamento de várias áreas cerebrais envolvidas principalmente no planejamento e aprendizado motor, a medida que gera um melhor desempenho funcional. Demonstrando dessa forma que o treino imediato pode possibilitar a ativação do hemisfério ipsilesional, conforme também foi verificado no presente estudo.

Outros pesquisadores realizaram um estudo com objetivo de avaliar a reorganização cortical de indivíduos após AVE, também submetidos a um específico treino de marcha associado a RV. No entanto, foi realizada a Ressonância Magnética Funcional a fim de quantificar a atividade das regiões cerebrais, além disso, a velocidade da marcha e as escalas clínicas também foram medidas antes e após a intervenção. Os pacientes foram submetidos a 3 semanas de treino com frequência de 5 vezes por semana. Os resultados demonstraram que houve aumento da ativação no córtex sensorio-motor primário ipsilesional, e em áreas motoras suplementares em ambos os hemisférios. Também foi observado melhora da marcha após o treino em ambiente virtual não imersivo (XIAO, *et al.*, 2017). Portanto, pode-se observar que, assim como no presente estudo, o treino de RV modificou o padrão de recrutamento cerebral produzindo respostas positivas a nível central e na funcionalidade de indivíduos acometidos pelo AVE.

Dessa forma, os estudos têm evidenciado a importância e os benefícios do uso da RV na reabilitação de pacientes com AVC. Corroborando com os estudos apresentados, uma revisão sistemática com metanálise foi realizada recentemente por AMINOV *et al.* (2018), com o objetivo de avaliar os efeitos do treino de RV comparado a fisioterapia convencional. Os artigos foram buscados em 7 base de dados, em que 33 estudos foram identificados, com 971 participantes, sendo 492 indivíduos submetidos a RV, e 479 a fisioterapia convencional. Foi evidenciado que a RV tem mais efeito na funcionalidade, quando comparado às intervenções convencionais. A RV também pôde produzir melhor efeito imediato e de longo prazo na função motora e no desempenho de atividades cognitivas em indivíduo após AVE.

Portanto, com relação ao treino imediato de RV na reabilitação de pacientes com AVE, encontra-se na literatura que o processo para a aquisição de uma simples habilidade motora ou visual, se dá inicialmente com a rápida aprendizagem durante o atendimento fisioterapêutico. E pode ser observada com a melhora imediata do desempenho do indivíduo em uma determinada tarefa proposta. Além disso, os estudos também evidenciam que em relação ao domínio motor, os indivíduos podem apresentar 40 a 60% a mais no número

de acertos, na execução de sequências de uma tarefa direcionada ao membro superior, em uma escala de tempo de minutos (CENSOR, N.; SAGI, D.; COHEN, 2012).

Assim, pode-se concluir no presente estudo que o protocolo de treino imediato de RV utilizado, modificou somente a frequência da banda alfa e não promoveu alterações para os dados de potência no HE, no LA, e na comparação intergrupos do HD. No entanto, foram observadas aumento da atividade cerebral na banda de frequência alfa no grupo estimulado pela RV em ambos canais avaliados (HE, HD e LA). As áreas cerebrais que sofreram influência pelo estímulo virtual foram o córtex pré-frontal, frontal e motor primário.

11.3 Comparações da atividade eletromiográfica entre os grupos e entre os tempos de avaliação.

Foi observado no presente estudo que não houve diferença estatística na comparação intergrupos, quanto aos dados eletromiográficos. Sendo assim, pode-se concluir que a atividade proposta, com ou sem o estímulo de RV, não influenciou de forma significativa no padrão de recrutamento muscular. É evidenciado na literatura que a característica que pode influenciar na atividade EMG é a espasticidade, definida como aumento dependente da velocidade no tônus muscular resultante da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento (LANCE, 1980). Esse fator gera impacto no controle motor, causando incapacidade de modular adequadamente a atividade muscular no músculo espástico através dos déficits gerados, como a paresia e a hiperatividade muscular (CHANG *et al.*, 2013; MOTTRAM *et al.*, 2014). Contudo, pode-se observar no presente estudo que ambos os grupos apresentavam espasticidade através da avaliação da escala MAS, e isto poderia influenciar na atividade eletromiográfica.

Outro fator importante que se deve levar em consideração é a fadiga muscular, que não foi objetivo do presente estudo, mas foi observado no momento do treino em alguns pacientes. A fadiga muscular é uma característica comum em indivíduos com doenças neurológicas, podendo ser decorrente de fatores periféricos ou centrais. O primeiro, está relacionado a intensidade de exercício, no qual reduz a força de contração máxima durante a execução de uma tarefa. E o segundo, relacionado ao mecanismo supraespinal decorrente a redução na frequência de disparo do tracto corticoespinal (KENNEDY, *et al.*, 2016).

Com relação a avaliação intragrupos, no presente estudo, foi verificado aumento da

atividade do músculo bíceps braquial para ambos os grupos na comparação entre o repouso inicial e durante a execução da atividade proposta. Este aumento da atividade do músculo bíceps braquial já era esperado, pois o mesmo estava na posição de repouso e passou para executar a atividade. Houve também aumento do padrão de ativação muscular do músculo deltóide anterior para o grupo G1, durante o repouso final, comparado ao repouso inicial. Este aumento também foi evidenciado no estudo Wang *et al.* (2017), no qual obteve maior atividade eletromiográfica quando realizaram uma correlação da atividade EMG do flexor do cotovelo com a escala MAS, apesar de não ser o mesmo músculo avaliado, encontraram correlação positiva

Outro achado que também pode justificar o resultado, foi o estudo de Chen, *et al.* (2015), no qual avaliaram a atividade muscular de indivíduos saudáveis submetidos à RV imersiva e em ambiente físico para o membro superior. Os indivíduos foram submetidos a realizar movimentos de flexão de cotovelo utilizando diferentes cargas. Na comparação da execução do movimento nos dois ambientes foi verificado que no ambiente virtual os indivíduos produziram maior aumento no padrão de ativação muscular do que seria necessário para um esforço físico específico. No entanto, foi verificado que os padrões de fadiga gerados de acordo com a carga utilizada foram os mesmos tanto para o ambiente físico quanto para o virtual.

Dessa forma, de acordo com o estudo citado acima, tanto no ambiente físico quanto no ambiente virtual, o paciente pode apresentar sinais de fadiga muscular. Essa característica pode justificar o resultado obtido na comparação intragrupo para o músculo deltóide anterior, que demonstrou um aumento no padrão da atividade EMG no repouso final, após 2 minutos de descanso do término da atividade.

11.4 Desempenho do Grupo 2 - Realidade Virtual durante a execução do jogo.

No presente estudo foi proposto o treino com o jogo de RV *Fruit Ninja Kinect*, o qual possibilita ao usuário praticar movimentos de flexão e extensão de ombro e cotovelo. A escolha do jogo foi baseada no treino de funcionalidade para o membro superior parético, a medida que proporciona um ambiente lúdico e incentiva o paciente a realizar movimentos com o membro acometido.

Foi verificado que, em relação à comparação do desempenho dos indivíduos, quanto a

pontuação durante cada minuto do jogo de RV, não foram observadas diferenças estatísticas. Ou seja, os indivíduos do grupo G2- RV, não apresentaram aumento ou diminuição da pontuação durante os minutos de execução do jogo.

No estudo de FERNANDES *et al.* (2014), o qual comparou o efeito imediato do treinamento com jogo de RV em pacientes com AVE, foi utilizado o jogo de tênis de mesa do XBOX 360 Kinect®. Na análise do desempenho durante o jogo entre os grupos de indivíduos com lesão cerebral a direita (hemiparesia à esquerda) e com lesão cerebral à esquerda (hemiparesia à direita), foi observado que não houve diferença estatística.

Dessa forma, a pesquisa citada corrobora com o presente estudo, à medida que indica que o treino imediato de RV, pode possivelmente não gerar melhorias no desempenho do paciente durante a execução do jogo. Assim, considerando as características para o processo da aprendizagem motora, os resultados do presente estudo, referentes ao desempenho dos pacientes durante o treino imediato com estímulo virtual é esperado. Este resultado se deu possivelmente pelo curto tempo de intervenção, pela baixa quantidade de repetições e pela realização do treino somente em uma única sessão.

Além disso, é importante ressaltar que para melhora do desempenho em uma atividade, devem ser consideradas características como o treinamento repetitivo e intensivo, o feedback visual da tarefa e a estimulação de múltiplos sistemas através do ambiente enriquecido. Todos estes fatores podem promover alterações do córtex cerebral após a lesão encefálica, facilitando os mecanismos de plasticidade cerebral (GRANEK; GORBET; SERGIO, 2010).

11.5 Correlação entre a atividade eletroencefalográfica e atividade eletromiográfica entre os grupos.

O presente estudo trata-se da primeira pesquisa a realizar uma correlação entre a atividade EEG e a atividade EMG, após um treino imediato com uso de RV. E pode-se observar na literatura que existem poucos estudos que correlacionam a atividade EEG com outra variável, para investigar os efeitos da aprendizagem motora na reabilitação.

Os resultados do presente estudo demonstraram que não existe correlação entre EEG e EMG para o grupo controle. Dessa forma, o grupo controle que não foi submetido ao estímulo de RV, não apresentou correlação entre a atividade eletroencefalográfica e eletromiográfica na

atividade proposta sem o ambiente virtual.

Foi evidenciada, para o grupo G2-RV, correlação forte e positiva para a análise do canal F0 (F7/F8) no terceiro momento de avaliação com relação EMG do músculo BB durante atividade no segundo momento de avaliação e também durante a CIVM no terceiro momento de avaliação. Para o músculo deltoide anterior, também foi observada correlação forte e positiva entre o mesmo momento de avaliação EEG citado, e o repouso e CIVM no terceiro momento de avaliação. No entanto, observa-se que houve aumento da atividade EEG da área frontal no repouso final e aumento da atividade EMG nos momentos de atividade, repouso e CIVM durante ou após o estímulo virtual. Assim, os resultados sugerem que mesmo após 2 minutos de descanso após o paciente ser submetido ao estímulo virtual, ainda ocorrem mudanças no padrão de recrutamento neural e muscular, demonstrando que, à medida que houve aumento da excitabilidade central, houve aumento da excitabilidade periférica em alguns momentos da avaliação para o grupo submetido ao treino imediato de RV.

Dessa forma, também com o objetivo de compreender os mecanismos neurais da recuperação da função motora após AVE, um estudo transversal, com 55 indivíduos, investigou a correlação entre o comprometimento motor pela escala Fugl-Meyer e marcadores neurofisiológicos como a estimulação magnética transcraniana (TMS) e a eletroencefalografia avaliados de ambos hemisférios, acometido e não acometido. A coleta da atividade EEG foi realizada somente com o paciente com os olhos fechados, e a para a TMS, foi utilizado o primeiro músculo interósseo dorsal, para obter os potenciais evocados motores (MEPs). Os autores encontraram que o aumento da atividade da banda beta de frequência sobre a região central no hemisfério afetado está relacionado a menores escores na escala FM, ou seja, pior função motora. Já o aumento relativo da banda beta, sobre a região central no hemisfério não afetado está relacionado a maiores escores na escala FM. Dessa forma, os resultados sugerem que o aumento da ativação da banda beta no hemisfério afetado está associada a uma função motora fraca. De forma que, pode também sugerir uma reorganização patológica com excesso de atividade, em que reflete a dificuldade do paciente em realizar uma tarefa (THIBAUT, *et al.*, 2017).

Assim, conforme o presente estudo, o artigo citado acima, também realiza uma correlação com objetivo de investigar as respostas neurofisiológicas a nível central, no entanto, correlacionando a atividade cerebral com o comprometimento motor de indivíduos acometidos por AVE. Contudo, os autores do estudo citado encontraram como resultado aumento da atividade cerebral no hemisfério acometido dentro da banda beta de frequência, sugerindo um pior desempenho motor. Já no presente estudo, foi observado alteração do

padrão de recrutamento neural somente na banda alfa de frequência. E quanto à correlação, encontrado que o estímulo virtual influenciou no aumento da excitabilidade central e periférica, dos pacientes submetidos ao treino imediato de RV.

12 CONCLUSÃO

O treino de RV para o membro superior parético, em pacientes após AVE, promoveu alterações imediatas na excitabilidade central. Com aumento do recrutamento neural principalmente no hemisfério direito, para os canais FC6, AF4 e F8, correspondentes as áreas pré-central, motora primária e frontal. Modificações no padrão da atividade do músculo deltóide anterior e bíceps braquial, do membro superior parético, também foram observadas após o treino de RV. O presente estudo demonstrou uma correlação forte e positiva entre a EMG e a EEG para o grupo intervenção, sem alterações significativas para o grupo controle.

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente virtual influenciou no padrão do recrutamento neural em ambos os hemisférios avaliados. Houve uma maior taxa de modificação da atividade cerebral no hemisfério direito, em que as áreas motora primária, frontal e pré-frontal demonstraram alterações significativas nas oscilações cerebrais dentro da banda alfa de frequência. Assim, as áreas cerebrais avaliadas do córtex à direita, foram mais recrutadas em comparação a avaliação dos canais do hemisfério esquerdo e lado acometido.

O estudo demonstrou também que o córtex frontal esquerdo e do lado acometido da lesão de forma respectiva, foi recrutado significativamente evidenciando que a RV promoveu alterações centrais e periféricas na população avaliada.

Contudo, na avaliação eletromiográfica não foram observadas alterações significativas no padrão de recrutamento muscular na comparação entre o grupo submetido ou não ao estímulo de RV. Mas, entre os tempos de avaliação ambos os grupos demonstraram que o ambiente virtual não imersivo influenciou na atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e deltoide anterior.

A literatura evidencia poucos estudos que utilizam o uso do EEG com o objetivo de investigar as mudanças neurofisiológicas geradas pelo o processo de reabilitação no paciente acometido pelo AVE. Sendo assim, esse estudo tratou-se da primeira pesquisa a realizar uma correlação entre os dados obtidos na avaliação EEG e EMG, após estímulo imediato de RV para o membro superior parético em indivíduos pós AVE.

Dessa forma, pode-se observar a importância do uso da RV no ambiente terapêutico, e dos instrumentos de avaliação eletroencefalográfico e eletromiográfico. Futuros estudos devem ser desenvolvidos, no entanto com aumento no tempo da duração do protocolo do treino de RV; aumento do número de sessões em ambiente virtual, e além disso, realizar também a investigação dos mesmos achados em ambiente virtual imersivo, afim de comparar os resultados com o ambiente virtual não imersivo, utilizado no presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, P. L.; KANFER, R.; & CALDERWOOD, C. Use it or lose it? Wii brain exercise practice and reading for domain knowledge. **Psychology and Aging**, v. 25, n. 4, p. 753–766, 2010.
- AMINOV, A. et al. What do randomized controlled trials say about virtual rehabilitation in stroke? A systematic literature review and meta-analysis of upper-limb and cognitive outcomes. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, p. 1–24, 2018.
- ANDERSON, F.; ANNETT, M. & BISCHOF, W. F. Lean on Wii: Physical rehabilitation with virtual reality Wii peripherals. **Studies in Health Technology & Information**, v. 154, p. 229–234, 2010.
- BAO, X. et al. Mechanism of Kinect-Based Virtual Reality Training for Motor Functional Recovery of Upper Limbs after Subacute Stroke. **Neural Regeneration Research**, v. 8, n. 31, p. 2904–2913, 2017.
- BASTOS, V. H. et al. Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado de datilografia. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 6, p. 494–504, 2004.
- BIERING-SØRENSEN, F.; NIELSEN, J. B.; KLINGE, K. Spasticity-assessment: a review. **Spinal Cord**, v. 44, n. 12, p. 708–722, 2006.
- BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. Inter rater reliability of a modified Ashworth Scale of muscle spasticity. **Phys Ther**, v. 67, p. 206–207, 1987.
- BORICH, M. R.; WHEATON, L. A.; BRODIE, S. M.; LAKHANI, B.; BOYD, L. A. Evaluating interhemispheric cortical responses to transcranial magnetic stimulation in chronic stroke: a TMS-EEG investigation. **Neurosci Lett**, v. 618, p. 25-30, 2016.
- BRUCKI, S. M. D. et al. Sugestões para o uso do Mini Exame do Estado Mental no Brasil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 61, n. 3–B, p. 777–781, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Datasus. Informações de Saúde. Informações Epidemiológicas e Mortalidade. **Doenças cerebrovasculares**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acesso em: 22 out. 2017.
- BURDEN, A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1023–1035, 2010.
- BURKE, D. T. et al. Effect of body mass index on stroke rehabilitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 95, n. 6, p. 1055–1059, 2014.
- CALABRÒ, R. S. et al. The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EEG: a randomized clinical trial. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 1–16, 2017.

CALEO, M. Rehabilitation and plasticity following stroke: insights from rodent models. **NEUROSCIENCE**, n. October, 2015.

CENSOR, N.; SAGI, D.; COHEN, L. G. Common mechanisms of human perceptual and motor learning. v. 14, n. 11, p. 871–882, 2012.

CHANG, S.H.; FRANCISCO, G.E.; ZHOU, P.; RYMER, W.Z.; LI, S. Spasticity, weakness, force variability, and sustained spontaneous motor unit discharges of resting spastic paretic biceps brachii muscles in chronic stroke. **Muscle Nerve**, v.48, p. 85–92, 2013.

CHANG, Y. J.; CHEN, S. F.; HUANG, J. DA. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 6, p. 2566–2570, 2011.

CHEN, K. B. et al. Virtual exertions: Evoking the sense of exerting forces in virtual reality using gestures and muscle activity. **Human Factors**, v. 57, n. 4, p. 658–673, 2015.

CINCURA, C. et al. Validation of the National Institutes of Health Stroke Scale, modified Rankin Scale and Barthel Index in Brazil: The role of cultural adaptation and structured interviewing. **Cerebrovascular Diseases**, v. 27, n. 2, p. 119–122, 2009.

CRAMER, S. C. et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. **Brain**, v. 134, n. 6, p. 1591–1609, 2011.

DALY, J. J.; WOLPAW, J. R. Brain-computer interfaces in neurological rehabilitation. **The Lancet Neurology**, v. 7, n. 11, p. 1032–1043, 2008.

DAYAN, E.; COHEN, L. G. Neuroplasticity subserving motor skill learning. **Neuron**, v. 72, n. 3, p. 443–454, 2011.

DE BRUIN, E. D.; SCHOENE, D.; PICHIERRI, G.; SMITH, S. T. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. Some theoretical considerations. *Z Gerontol Geriatr*. v. 43, p. 229–234, 2010.

DIEZ, P. F.; LACIAR, E.; MUT, V.; AVILA, E.; TORRES, A. Classification of Mental Tasks using Different Spectral Estimation Methods. *Biomedical Engineering*. ISBN 978-953-307-013-1. 2009.

DUVINAGE, M. et al. Performance of the Emotiv EPOC headset for P300-based applications. p. 1–15, 2013.

ESFAHANI, E. T.; SUNDARARAJAN, V. Classification of primitive shapes using brain-computer interfaces. **CAD Computer Aided Design**, v. 44, n. 10, p. 1011–1019, 2012.

FARINA, D.; MERLETTI, R.; ENOKA, R. M. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *Neural Control of Movement*. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 96, n. 4, p. 1486–1495, 2004.

FEIGIN, V. L. et al. Update on the Global Burden of Disease of ischaemic and haemorrhagic stroke in 1990–2013: The GBD 2013 Study. **Neuroepidemiology**, v. 45, n. 3, p. 161–176, 2015.

FLEGAL, K. M. et al. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. **JAMA**, 2013, v. 309, p.71-82, 2013.

FERNANDES, A. B. G. S. et al. Comparison of the immediate effect of the training with a virtual reality game in stroke patients according side brain injury. **NeuroRehabilitation**, v. 35, p. 1–7, 2014.

FERNANDES, A. B. G. S. **Atividade eletroencefalográfica de pacientes com acidente vascular cerebral na aprendizagem motora de um jogo baseado em realidade virtual**. 2015. 92f. p.20-23. Tese (Doutorado em Fisioterapia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

FOK, S. et al. An EEG-based brain computer interface for rehabilitation and restoration of hand control following stroke using ipsilateral cortical physiology. **Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS**, p. 6277–6280, 2011.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. A practical state method for. **Journal of psychiatric research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

FUGL-MEYER AR, JÄÄSKÖ L, LEYMAN I, OLSSON S, S. S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical. **Scand J Rehabil Med.**, v. 7, n. 1, p. 13–31, 1975.

FUSTER, J. Prefrontal neurons in networks of executive memory. **Brain Research Bulletin**, v. 52, n.5, p. 331-336, 2000.

GALVÃO, M. L. et al. Virtual Reality effect on upper limb Motor function paretic in post stroke. **Revista Neurociências**, v. 23, n. 4, p. 493–498, 2015.

GEMPERLINE, J. J.; ALLEN, S.; WALK, D.; RYMER, W. Z. Characteristics of motor unit discharge in subjects with hemiparesis. **Muscle Nerve**, v. 18, n. 10, p. 1101–1114, 1995.

GOMES, A. B. A. G. R. et al. Popular stroke knowledge in Brazil: A multicenter survey during “World Stroke Day”. **eNeurologicalSci**, v. 6, p. 63–67, 2017.

GOLDBERG, E (2002). *O cérebro executivo: Lobos Frontais e a Mente Civilizada*. Rio de Janeiro: Ed. Imago.

GRANEK, J. A.; GORBET, D. J.; SERGIO, L. E. Extensive video-game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations. **Cortex**, v. 46, n. 9, p. 1165–1177, 2010.

HATFIELD, B. D. et al. Electroencephalographic studies of skilled psychomotor performance. **Journal of Clinical Neurophysiology**, v. 21, n. 3, p. 144–156, 2004.

- HAUFLER, A. J. et al. Neuro-cognitive activity during a self-paced visuospatial task: Comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters. **Biological Psychology**, v. 53, n. 2–3, p. 131–160, 2000.
- HORTON, J. C. et al. Adaptation, perceptual learning, and plasticity of brain functions. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, v. 255, n. 3, p. 435–447, 2017.
- HVARING, F. T.; ULLTVEIT-MOE, A. H. A Comparison of Visual Evoked Potential (VEP)-Based Methods for the Low-Cost Emotiv EPOC Neuroheadset. Norwegian. p.06, 2014.
- HYVÄRINEN, A.; OJA, E. Independent component analysis: algorithms and applications. **Neural Networks**, v. 13, n. 4–5, p. 411–430, 2000.
- JALENE, S. Postural Sway and Brain Hemispheric Power Spectral Density Under Different Attentional Focus Conditions. 2014.
- KANG, Y. et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: Facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 9, n. 1, p. 71, 2012.
- KASNER, S. E. Clinical interpretation and use of stroke scales. [Review] [69 refs]. **Lancet Neurology**, v. 5, n. 7, p. 603–612, 2006.
- KENNEDY, D. S. et al. Effects of fatigue on corticospinal excitability of the human knee extensors. **Experimental Physiology**, v. 101, n. 12, p. 1552–1564, 2016.
- KHUSHABA, R. N. et al. Choice modeling and the brain: A study on the Electroencephalogram (EEG) of preferences. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 16, p. 12378–12388, 2012.
- KIM, H. et al. Virtual dual-task treadmill training using video recording for gait of chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 12, p. 3693–3697, 2015.
- KIPER, P. et al. Virtual reality for upper limb rehabilitation in sub-acute and chronic stroke: a randomized controlled trial. [s.l.] **The American Congress of Rehabilitation Medicine**, 2018.
- KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e tendências da realidade virtual e aumentada. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. p-10, 2011.
- KLEIM, J. A.; JONES, T. A. Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage. **Journal of Speech Language and Hearing Research**, v. 51, n. 1, p. 225, 2008.
- KLEIM, J. A.; JONES, T. A.; SCHALLERT, T. Motor Enrichment and the Induction of Plasticity before or after Brain Injury. **Neurochemical Research**, v. 28, n. 11, p. 1757–1769, 2003.

KOFLER, B. **22 July : 2017 World Brain Day devoted to stroke.** World Stroke Organization. Disponível em: <<http://www.worldstrokecampaign.org/learn.html>>. Acesso em: 25 set. 2017.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neurociência do Comportamento.** Barueri: Editora Manole Ltda, 2002.

LANCE, J.W. Symposium synopsis. In: Feldman, R.G., Young, R.R., Koella, W.P. (Eds.), Spasticity: Disordered Motor Control. Yearbook Medical Publishers, Chicago, 1980.

LEE, S. H. et al. Virtual Reality Rehabilitation With Functional Electrical Stimulation Improves Upper Extremity Function in Patients With Chronic Stroke: A Pilot Randomized Controlled Study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2018.

LEFEBVRE, S. et al. Dual-tDCS enhances online motor skill learning and long-term retention in chronic stroke patients. **Frontiers in Human Neuroscience**. v. 6, n. January, p. 1–17, 2013.

LEVIN, M. F.; KLEIM, J. A.; WOLF, S. L. What Do Motor “Recovery” and “Compensation” Mean in Patients Following Stroke? **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 23, n. 4, p. 313–319, 2009.

LEVIN, M. F. Can virtual reality offer enriched environments for rehabilitation? *Expert Rev Neurother.* v. 11, p. 153–155, 2011.

LEWIS, G. N.; ROSIE, J. A. Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users? **Disability and Rehabilitation**, v. 34, n. 22, p. 1880–1886, 2012.

LI, X.; SHIN, H.; ZHOU, P.; NIU, X.; LIU, J.; RYMER, W. Z. Power spectral analysis of surface electromyography (EMG) at matched contraction levels of the first dorsal interosseous muscle in stroke survivors. **Clin. Neurophysiol**, v. 125, p. 988–994, 2014.

LUFT, C.; ANDRADE, A. A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 2006, n. 1, p. 106–115, 2006.

LOHSE, K. R. et al. Virtual reality therapy for adults post-stroke: A systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, 2014.

MATHEWSON, K. E. et al. Pulsed out of awareness: EEG alpha oscillations represent a pulsed-inhibition of ongoing cortical processing. **Frontiers in Psychology**, v. 2, p. 1–15, 2011.

MAKI, M. T. et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala Fugl-Meyer no Brasil. **Rev. bras. fisioter.**, v. 10, n. 2, p. 177–183, 2006.

MAYER, R. F. The motor unit and electromyography--the legacy of Derek Denny-Brown. **Journal of the neurological sciences**, v. 189, n. 1–2, p. 7–11, 2001.

MAYER, R. F. The motor unit and electromyography--the legacy of Derek Denny-Brown. **Journal of the neurological sciences**, v. 189, n. 1–2, p. 7–11, 2001.

MCMAHAN, T.; PARBERRY, I.; PARSONS, T. D. Modality specific assessment of video game player's experience using the Emotiv. **Entertainment Computing**, v. 7, p. 1–6, 2015.

MERZENICH, M. M. et al. Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. **Neuroscience**, v. 8, n. 1, p. 33–55, 1983.

MEYER, T. et al. Predicting Motor Learning Performance from Electroencephalographic data. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation** p. 1–13, 2014.

MICROSOFT ®. **Fruit Ninja Kinect**. Disponível em: <http://marketplace.xbox.com/pt-br/Product/Fruit-Ninja-Kinect/66acd000-77fe-1000-9115-d80258410b79#>. Acesso em: 22 set 2017.

MILLER, E. K. The Prefrontal Cortex : Complex Neural Properties for Complex Behavior. v. 22, p. 15–17, 1999.

MORITANI, T.; STEGEMAN, D.; MERLETTI, R. Basic Physiology and Biophysics of EMG Signal Generation. **Electromyography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications**, p. 1–25, 2004.

MOTTRAM, C.J.; HECKMAN, C.J.; POWERS, R.K.; RYMER, W.Z.; SURESH, N.L. Disturbances of motor unit rate modulation are prevalent in muscles of spastic paretic stroke survivors. **J. Neurophysiol**, v. 111, p. 2017–2028, 2014.

MURDEN, R. A.; MCRAE, T. D.; KANER, S.; BUCKNAM, M. E. Mini-Mental State Exam Scores Vary with Education in Blacks and Whites. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p. 149–155, 1991.

NUNEZ, P. L., SRINIVASAN, R. Electroencephalogram. **Scholarpedia**, v. 2, n. 2, p. 1348, 2007.

NUDO, R. J. Plasticity. v. 3, p. 420–427, 2006.

OPTALE, G.; URGESI, C.; BUSATO, V.; et al. Controlling memory impairment in elderly adults using virtual reality memory training: a randomized controlled pilot study. **Neurorehabil Neural Repair**. v. 24 n. 4, p. 348-357, 2010.

ORIHUELA-ESPINA, F. et al. Neural Reorganization Accompanying Upper Limb Motor Rehabilitation from Stroke with Virtual Reality-Based Gesture Therapy. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 20, n. 3, p. 197–209, 2013.

PARIJAT, P.; LOCKHART, T. E.; LIU, J. EMG and Kinematic Responses to Unexpected Slips After Slip Training in Virtual Reality. **IEEE Trans Biomed Eng**, v. 62, n. 2, p. 593–599, 2015.

PESSOA, T. M.; COUTINHO, D. S.; PEREIRA, V. M.; RIBEIRO, N. P. O.; NARDI, A. E.; SILVA, A. C. O. The Nintendo Wii as a tool for neurocognitive rehabilitation, training and health promotion. *Computers in Human Behavior*. v. 31, p. 384–392, 2014.

PEREIRA, L. O. et al. Effects of cortical ischemia and postischemic environmental enrichment on hippocampal cell genesis and differentiation in the adult rat. **European Journal of Neuroscience**, v. 22, n. 4, p. 852–60, 2002.

POLLOCK, A. et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. **Cochrane database of systematic reviews (Online)**, v. 11, n. 11, p. 6-7, 2014.

QUANDT, L. C.; MARSHALL, P. J.; SHIPLEY, T. F.; BEILOCK, S.L.; GOLDIN-MEADOW, S. Sensitivity of Alpha and Beta Oscillations to Sensorimotor Characteristics of Action: An EEG Study of Action Production and Gesture Observation. **Neuropsychologia**, v. 50, n. 12, p. 2745–2751, 2012.

RAFII, M. S.; HILLIS, A. E. Compendium of cerebrovascular diseases. **International Review of Psychiatry**, v. 18, n. 5, p. 395–407, 2006.

RIVA, G. Virtual Reality as Assessment Tool in Psychology. *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*. v. 44, p. 71-79, 1998.

ROSSITER, H. E.; BOUDRIAS, M. H.; WARD, N. S. Do movement related beta oscillations change after stroke? **J Neurophysiol**, v. 112, p. 2053-2058, 2014.

SAVER, J. L. Time is brain - Quantified. **Stroke**, v. 37, n. 1, p. 263–266, 2006.

SENIAM. Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles. SENIAM Project, **Enschede**. 2017. Disponível em <<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 14 out. 2017.

SCHOMER, D. L.; SILVA, F.H.L. Niedermeyer's Electroencephalography: Basic principles, clinical applications and related fields. 6th ed. Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins. p. 1296, 2010.

SCHULZ, K. F. et al. Academia and Clinic Annals of Internal Medicine CONSORT 2010 Statement : Updated Guidelines for Reporting Parallel Group Randomized Trials. **Annals of Internal Medicine**, v. 1996, n. 14, p. 727–732, 2010.

SHEORAJPANDY, R. V. A.; NAGELS, G.; WEEREN, A. J.; VAN PUTTEN, M. J.; DE DEYN, P. P. Quantitative EEG in ischemic stroke: correlation with functional status after 6 months. **Clin Neurophysiol**, v. 122, p. 874–83, 2011.

STROKE WORKING PARTY. **National clinical guideline for stroke**. The Royal College of Physicians. London. n. 15, 2016.

STYTSENKO, K.; JABLONSKIS, E.; PRAHM, C. Evaluation of consumer EEG device Emotiv EPOC. **MEi:CogSci Conference 2011, Ljubljana**, n. 4, p. 4–5, 2011.

SUNNERHAGEN, K. S.; OLVER, J.; FRANCISCO, G. E. Assessing and treating functional impairment in post stroke spasticity. **Neurology**. Montreal, v. 80, n. 3, p. 35-44, 2013.

THIBAUT, A. et al. Using brain oscillations and corticospinal excitability to understand and predict post-stroke motor function. **Frontiers in Neurology**, v. 8, n. MAY, p. 1–8, 2017.

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos da realidade virtual. In: Tori R, Kirner C, Siscoutto R, editores. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação; p. 2-23, 2006.

TOST, D.; GRAU, S.; FERRE, M. et al. PREVIRNEC: a cognitive tele rehabilitation system based on virtual environments. Virtual Rehabil Inter Conf. p. 87-93, 2009.

VEERBEEK, J. M. et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, 2014.

VELASQUES, B. et al. Motor learning process: an electrophysiologic perspective. **Arq Neuropsiquiatr.**, v. 65, n. August, p. 951–954, 2007.

XIAO, X. et al. Cerebral Reorganization in Subacute Stroke Survivors after Virtual Reality-Based Training: A Preliminary Study. **Behavioural Neurology**, v. 2017, 2017.

WANG, L. et al. A New EMG-based Index Towards the Assessment of Elbow Spasticity for Post-stroke Patients. p. 3640–3643, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Cerebrovascular disorders: A clinical and research classification**. Genevan. 43, 1978.

ZOROWITZ, R. D.; GILLARD, P. J.; BRAININ, M. Poststroke spasticity: Sequelae and burden on stroke survivors and caregivers. **Neurology**, v. 80, n. 3, 2, p. 45–52, 2013.

APÊNDICE 1 - AUTORIZAÇÃO DA SECRETARIA DE SAÚDE - CARTA DE AUTORIZAÇÃO

CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Solicitamos autorização da Secretaria Municipal de Saúde para recrutar pacientes com diagnóstico de Acidente Vascular Encefálico (AVE) para participar da pesquisa intitulada **AValiação DA EXCITABILIDADE CENTRAL E PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À REABILITAÇÃO NEUROLÓGICA PARA O MEMBRO SUPERIOR PARÉTICO APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO**, no município de Santa Rita do Sapucaí-MG.

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: Profa Dra Andréia Maria Silva
ENDEREÇO: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Av^o Jovine Fernandes Sales, 2600, Alfenas/MG
TELEFONE: (35) 3701-1921
PESQUISADORA PARTICIPANTE: Miqueline Pivoto Faria Dias.

OBJETIVOS: Avaliar a excitabilidade central e periférica em indivíduos submetidos a reabilitação neurológica após AVE.

JUSTIFICATIVA: A cada ano aumenta a incidência de AVE na população brasileira e novas terapias vem surgindo para o tratamento do membro superior parético, dentre elas a terapia com vídeo game que trata-se de uma terapia de fácil execução e baixo custo.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: Após o paciente concordar em participar do estudo e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o indivíduo será sorteado para participar de dois grupos. Se for sorteado a participar do grupo controle será avaliado por três escalas, avaliação da atividade cerebral e avaliação da atividade muscular. Se for sorteado a participar do grupo de realidade virtual (terapia com vídeo game), será avaliado por três escalas, avaliação da atividade cerebral e avaliação da atividade muscular, depois será treinado em uma sessão a realizar um jogo de tênis de forma virtual por 30 minutos e posteriormente será reavaliado pelas escalas, pela atividade cerebral e atividade muscular.

RISCOS E DESCONFORTOS: O paciente pode apresentar dor muscular e se sentir incapaz de executar o movimento. Para minimizar os riscos, o paciente será orientado a realizar antes e após a execução alongamento dos membros superiores, e o terapeuta motivará o paciente a realizar os movimentos da melhor forma possível independentemente da incapacidade apresentada.

BENEFÍCIOS: Melhora funcional do membro superior mais afetado, aumentando a frequência do uso e a qualidade do movimento do membro mais acometido nas atividades da vida diária.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: Não haverá nenhum gasto com a participação do paciente. O tratamento será totalmente gratuito, não recebendo nenhuma cobrança com o que será realizado. O indivíduo também não receberá nenhum pagamento com a sua participação.

CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: Será assegurada a privacidade do paciente quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, os dados não serão divulgados.

Os dados do pesquisador responsável podem ser consultados (acima identificado) ou o CEP-UNIFAL-MG, com endereço na Universidade Federal de Alfenas, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, Cep - 37.130.000, Alfenas - MG. Fone: (35) 3299-1318, no e-mail: comitê.etica@unifal-mg.edu.br sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, e de acordo com a permissão dos pacientes, serão divulgados em publicações científicas sem que os dados pessoais sejam mencionados.

Santa Rita do Sapucaí, 30 de Novembro de 2015.

Pesquisadora Responsável



Andréia Maria Silva

Pesquisadora Participante



Miqueline Pivoto Faria Dias

Secretária Municipal de Saúde


Elisângela Cássia Marques
Enf. COREN MG 139509
Vigilância em Saúde



Scheila Cristina Mendes dos Reis

APÊNDICE 2 – AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA DE ENFERMAGEM



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas. UNIFAL-MG
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas, MG. CEP: 37130-000
Fone: (35) 3299-1000. Fax: (35) 3299-1063



CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Alfenas, 30 de setembro de 2016.

Eu, Profa. Dra. Eliza Maria Rezende Dázio, Diretora da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), autorizo a execução do trabalho intitulado: "AVALIAÇÃO DA EXCITABILIDADE CENTRAL E PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À REABILITAÇÃO NEUROLÓGICA PARA O MEMBRO SUPERIOR PARÉTICO APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO", que será realizado no *campus* II - Santa Clara sob a orientação da Profa. Dra. Andréia Maria Silva, do curso de Fisioterapia.

Atenciosamente,


Profa. Eliza Maria Rezende Dázio
Diretora da Escola de Enfermagem- UNIFAL-MG

APÊNDICE 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa (**AVALIAÇÃO DA EXCITABILIDADE CENTRAL E PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À REALIDADE VIRTUAL NO MEMBRO SUPERIOR PARÉTICO APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO**), no caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento.

Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador (a) ou com a instituição. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador (a) principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

TÍTULO DA PESQUISA: Avaliação da excitabilidade central e periférica em indivíduos submetidos à reabilitação neurológica para o membro superior parético após Acidente Vascular Encefálico.

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: Andréia Maria Silva **ENDEREÇO:** Av^a Jovine Fernandes Sales, 2600

TELEFONE: (35) 3701-1921 **PESQUISADORES PARTICIPANTES:** Miqueline Pivoto Faria Dias

OBJETIVOS: Avaliar a excitabilidade central e periférica em indivíduos submetidos a reabilitação neurológica após AVC. **JUSTIFICATIVA:** A cada ano aumenta a incidência de AVC na população brasileira e novas terapia vem surgindo para o tratamento do membro superior parético, dentre elas a terapia com vídeo games e a restrição do movimento. Estas duas terapias são de fácil execução e baratas. **PROCEDIMENTOS DO ESTUDO:** Você será sorteado a participar de três grupos. Se for sorteado a participar do grupo controle sobre será avaliado por três escalas, avaliação da atividade cerebral e avaliação da atividade muscular. Se for sorteado a participar do grupo de realidade virtual (terapia com vídeo game), será avaliado por três escalas, avaliação da atividade cerebral e avaliação da atividade muscular, depois será treinado em uma sessão a realizar um jogo de tênis de forma virtual por 30 minutos e posteriormente será reavaliado pelas escalas, pela atividade cerebral e atividade muscular. Se for sorteado a participar do grupo de contenção do membro e tronco, você será avaliado por três escalas, avaliação da atividade cerebral e avaliação da atividade muscular, depois será treinado por 10 sessões consecutivas (exceto final de semana) com duração de uma hora, para realização do treino seu membro superior não acometido e o tronco será fixado com faixa para não movimentar este lado e será solicitado a movimentar do o membro acometido com atividade de simular o comer, empilhar copo, pendurar roupa no varal. Posteriormente será reavaliado pelas escalas, pela atividade cerebral e atividade muscular.

RISCOS E DESCONFORTOS: O paciente pode apresentar dor muscular e se sentir incapaz de executar o movimento. Para minimizar os riscos, o paciente será orientado a realizar antes e após a execução alongamento dos membros superiores, e o terapeuta motivará o paciente a realizar os movimentos da melhor forma possível independentemente da incapacidade apresentada. **BENEFÍCIOS:** Melhora funcional do membro superior mais afetado, aumentando a frequência do uso e a qualidade do movimento do membro mais acometido nas atividades da vida diária. **CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE:** Não haverá nenhum gasto com sua participação. O tratamento será totalmente gratuito, não recebendo nenhuma cobrança com o que será realizado. Você também não receberá nenhum pagamento com a sua participação. **CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA:** Você possui garantia de sigilo, está assegurada sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, os dados não serão divulgados.

Assinatura do Pesquisador responsável: _____ . Eu, _____ declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado(a) pelo pesquisador(a) – Andréia Maria Silva – dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/ reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa, concordando ainda em participar da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento. Declaro que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento.

Poderei consultar o pesquisador responsável (acima identificado) ou o CEP-UNIFAL-MG, com endereço na Universidade Federal de Alfenas, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, Cep - 37.130.000, Fone: (35) 3299-1318, no e-mail: comitê.etica@unifal-mg.edu.br sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa e minha participação no mesmo. Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

Alfenas, _____ de _____ de 201____.

(Nome por extenso)

(Assinatura)

ANEXO 1 - MINI EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

Mini-Mental de Folstein (1975), adaptado por Brucki <i>et al</i> (2003)	
Orientação Temporal (05 pontos) <i>Dê um ponto para cada item</i>	Ano
	Mês
	Dia do mês
	Dia da semana
	Semestre/Hora aproximada
Orientação Espacial (05 pontos) <i>Dê um ponto para cada item</i>	Estado
	Cidade
	Bairro ou nome de rua próxima
	<i>Local geral: que local é este aqui (apontando ao redor num sentido mais amplo: hospital, casa de repouso, própria casa)</i>
	<i>Andar ou local específico: em que local nós estamos (consultório, dormitório, sala, apontando para o chão)</i>
Registro (3 pontos)	<i>Repetir: GELO, LEÃO e PLANTA</i>
Atenção e Cálculo (5 pontos) Dê 1 ponto para cada acerto. Considere a tarefa com melhor aproveitamento.	<i>Subtrair $100 - 7 = 93 - 7 = 86 - 7 = 79 - 7 = 72 - 7 = 65$</i>
	<i>Solettar inversamente a palavra MUNDO=ODNUM</i>
Memória de Evocação (3 pontos)	Quais os três objetos perguntados anteriormente?
Nomear dois objetos (2 pontos)	<i>Relógio e caneta</i>
Repetir (1 ponto)	<i>“NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ”</i>
Comando de estágios (3 pontos) Dê 1 ponto para cada ação correta)	<i>“Apanhe esta folha de papel com a mão direita, dobre-a ao meio e coloque-a no chão”</i>
Escrever uma frase completa (1 ponto)	<i>“Escreva alguma frase que tenha começo, meio e fim”</i>
Ler e executar (1 ponto)	<i>FECHE SEUS OLHOS</i>
Copiar diagrama (1 ponto)	<i>Copiar dois pentágonos com interseção</i>
PONTUAÇÃO FINAL (escore = 0 a 30 pontos)	

ANEXO 2 – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS DADOS DEMOGRÁFICOS

Nome:

Idade:

Peso:

Altura:

IMC:

Pressão arterial:

Fc:

Fr:

Lado acometido:

Tempo de lesão:

Tipo de AVE

ANEXO 3 - ESCALA DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO DO INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE (NIHSS)

Instrução	Definição da escala	Score	Hora
1a. Nível de Consciência: O investigador deve escolher uma resposta mesmo se uma avaliação completa é prejudicada por obstáculos como um tubo orotraqueal, barreiras de linguagem, trauma ou curativo orotraqueal. Um 3 é dado apenas se o paciente não faz nenhum movimento (outro além de postura reflexa) em resposta à estimulação dolorosa.	0 = Alerta; responde com entusiasmo. 1 = Não alerta, mas ao ser acordado por mínima estimulação obedece, responde ou reage. 2 = Não alerta, requer repetida estimulação ou estimulação dolorosa para realizar movimentos (não estereotipados). 3 = Responde somente com reflexo motor ou reações autonômicas, ou totalmente irresponsivo, flácido e arreflexo.		
1b. Perguntas de Nível de Consciência O paciente é questionado sobre o mês e sua idade. A resposta deve ser correta – não há nota parcial por chegar perto. Pacientes com afasia ou esturpor que não compreendem as perguntas irão receber 2. Pacientes incapacitados de falar devido a intubação orotraqueal, trauma orotraqueal, disartria grave de qualquer causa, barreiras de linguagem ou qualquer outro problema não secundário a afasia receberão um 1. É importante que somente a resposta inicial seja considerada e que o examinador não “ajude” o paciente com dicas verbais ou não verbais.	0= Responde ambas as questões corretamente. 1= Responde uma questão corretamente. 2= Não responde nenhuma questão corretamente.		
1c. Comandos de Nível de Consciência O paciente é solicitado a abrir e fechar os olhos e então abrir e fechar a mão não parética. Substitua por outro comando de um único passo se as mãos não podem ser utilizadas. É dado crédito se uma tentativa inequívoca é feita, mas não completada devido à fraqueza. Se o paciente não responde ao comando, a tarefa deve ser demonstrada a ele (pantomima) e o resultado registrado (i.e., segue um, nenhum ou ambos os comandos). Aos pacientes com trauma, amputação ou outro impedimento físico devem ser dados comandos únicos compatíveis. Somente a primeira tentativa é registrada.	0= Realiza ambas as tarefas corretamente. 1= Realiza uma tarefa corretamente. 2= Não realiza nenhuma tarefa corretamente.		
2. Melhor olhar conjugado Somente os movimentos oculares horizontais são testados. Movimentos oculares voluntários ou reflexos (óculo-cefálico) recebem nota, mas a prova calórica não é usada. Se o paciente tem um desvio conjugado do olhar, que pode ser sobreposto por atividade voluntária ou reflexa, o score será 1. Se o paciente tem uma paresia de nervo periférica isolada (NC III, IV ou VI), marque 1. O olhar é testado em todos os pacientes afásicos. Os pacientes com trauma ocular, curativos, cegueira preexistente ou outro distúrbio de acuidade ou campo visual devem ser testados com movimentos reflexos e a escolha feita pelo investigador. Estabelecer contato visual e, então, mover-se perto do paciente de um lado para outro, pode esclarecer a presença de paralisia do olhar	0= Normal. 1= Paralisia parcial do olhar. Este score é dado quando o olhar é anormal em um ou ambos os olhos, mas não há desvio forçado ou paresia total do olhar. 2= Desvio forçado ou paralisia total do olhar que não podem ser vencidos pela manobra óculo-cefálica.		
3. Visual OS campos visuais (quadrantes superiores e inferiores) são testados por confrontação, utilizando contagem de dedos ou ameaça visual, conforme apropriado. O paciente deve ser encorajado, mas se olha para o lado do movimento dos dedos, deve ser considerado como normal. Se houver cegueira unilateral ou enucleação, os campos visuais no olho restante são avaliados. Marque 1 somente se uma clara assimetria, incluindo quadrantanopsia, for encontrada. Se o paciente é cego por qualquer causa, marque 3. Estimulação dupla simultânea é realizada neste momento. Se houver uma extinção, o paciente recebe 1 e os resultados são usados para responder a questão 11.	0= Sem perda visual. 1= Hemianopsia parcial. 2= Hemianopsia completa. 3= Hemianopsia bilateral (cego, incluindo cegueira cortical).		
4. Paralisia Facial Pergunte ou use pantomima para encorajar o paciente a mostrar os dentes ou sorrir e fechar os olhos. Considere a simetria de contração facial em resposta a estímulo doloroso em paciente pouco responsivo ou incapaz de compreender. Na presença de trauma/curativo facial, tubo orotraqueal, esparadrapo ou outra barreira física que obscureça a face, estes devem ser removidos, tanto quanto possível.	1= Paralisia facial leve (apagamento de prega nasolabial, assimetria no sorriso). 2= Paralisia facial central evidente (paralisia facial total ou quase total da região inferior da face). 3= Paralisia facial completa (ausência de movimentos faciais das regiões superior e inferior da face).		

Instrução	Definição da escala	Score	Hora
<p>5. Motor para braços. O braço é colocado na posição apropriada: extensão dos braços (palmas para baixo) a 90° (se sentado) ou a 45° (se deitado). É valorizada queda do braço se esta ocorre antes de 10 segundos. O paciente afásico é encorajado através de firmeza na voz e de pantomima, mas não com estimulação dolorosa. Cada membro é testado isoladamente, iniciando pelo braço não-parético. Somente em caso de amputação ou de fusão de articulação no ombro, o item deve ser considerado não-testável (NT), e uma explicação deve ser escrita para esta escolha.</p>	<p>0 = Sem queda; mantém o braço 90° (ou 45°) por 10 segundos completos. 1 = Queda; mantém o braço a 90° (ou 45°), porém este apresenta queda antes dos 10 segundos completos; não toca a cama ou outro suporte. 2 = Algum esforço contra gravidade; o braço não atinge ou não mantém 90° (ou 45°), cai na cama, mas tem alguma força contra a gravidade. 3 = Nenhum esforço contra a gravidade; braço despenca. 4 = Nenhum movimento. NT = Amputação ou fusão articular, explique: _____ 5a. Braço E. 5b. Braço D.</p>		
<p>6. Motor para pernas. A perna é colocada na posição apropriada: extensão a 30° (sempre na posição supina). É valorizada queda do braço se esta ocorre antes de 5 segundos. O paciente afásico é encorajado através de firmeza na voz e de pantomima, mas não com estimulação dolorosa. Cada membro é testado isoladamente, iniciando pela perna não-parética. Somente em caso de amputação ou de fusão de articulação no quadril, o item deve ser considerado não-testável (NT), e uma explicação deve ser escrita para esta escolha.</p>	<p>0 = Sem queda; mantém a perna a 30° por 5 segundos completos. 1 = Queda; mantém a perna a 30°, porém esta apresenta queda antes dos 5 segundos completos; não toca a cama ou outro suporte. 2 = Algum esforço contra a gravidade; a perna não atinge ou não mantém 30°, cai na cama, mas tem alguma força contra a gravidade. 3 = Nenhum esforço contra a gravidade; perna despenca. 4 = Nenhum movimento. NT = Amputação ou fusão articular, explique: _____ 6a. Perna E 6b. Perna D</p>		
<p>7. Ataxia de membros: Este item procura evidência de lesão cerebelosa unilateral. Teste com os olhos abertos. No caso de déficit de campo visual, assegure-se que o teste é feito no campo visual intacto. Os testes dedo-nariz e calcanhar-joeelho são realizados em ambos os lados e a ataxia é valorizada, apenas, se for desproporcional em relação à fraqueza muscular. A ataxia é considerada ausente no doente com perturbação da compreensão ou plégico. Apenas no caso de amputação ou anquilose o item pode ser considerado como não-testável (NT), e uma explicação deve ser escrita fundamentando esta escolha. No caso de cegueira, peça para tocar com o dedo no nariz a partir da posição de braço estendido.</p>	<p>0 = Ausente. 1 = Presente em 1 membro. 2 = Presente em 2 membros. NT = Amputação ou anquilose, explique: _____</p>		

Instrução	Definição da escala	Score	Hora
<p>8. Sensibilidade: Avalie a sensibilidade ou mímica facial à picada de alfinete ou a resposta de retirada ao estímulo doloroso em paciente obnubilado ou afásico. Só a perda de sensibilidade atribuída ao AVC é pontuada. Teste tantas as partes do corpo – membros superiores (excepto mãos), inferiores (excepto pés), tronco e face – quantas as necessárias para avaliar com precisão uma perda hemissensitiva. Pontue com 2 só se uma perda grave ou total da sensibilidade puder ser claramente demonstrada. Deste modo, doentes estuporosos ou afásicos irão ser pontuados possivelmente com 1 ou 0. O doente com AVC do tronco cerebral com perda de sensibilidade bilateral é pontuado com 2. Se o paciente não responde e está quadriplégico, pontue 2. Pacientes em coma (item 1a=3) são pontuados arbitrariamente com 2 neste item.</p>	<p>0 = Normal; sem perda de sensibilidade. 1 = Perda de sensibilidade leve a moderada; o doente sente menos a picada, ou há uma perda da sensibilidade dolorosa à picada, mas o paciente sente a tocar. 2 = Perda da sensibilidade grave ou total; o paciente não sente que está sendo tocado.</p>		
<p>9. Melhor linguagem: Durante a pontuação dos itens precedentes obterá muita informação acerca da capacidade de compreensão. Pede-se ao doente para descrever o que está a acontecer na imagem em anexo, para nomear objetos num cartão de nomeação anexo e para ler uma lista de frases em anexo. A compreensão é julgada a partir destas respostas, assim como as referentes às ordens dadas no exame neurológico geral precedente. Se a perda visual interferir com os testes, peça ao doente para identificar objetos colocados na mão, repetir frases e produzir discurso. O paciente entubado deve escrever as respostas. O doente em coma (1a=3) será pontuado arbitrariamente com 3. O examinador deve escolher a pontuação no doente com estupor ou pouco colaborativo, mas a pontuação de 3 está reservada a doentes em mutismo e que não cumpram nenhuma ordem simples.</p>	<p>0 = Sem afasia; normal. 1 = Afasia leve a moderada; perda óbvia de alguma fluência ou dificuldade de compreensão, sem limitação significativa das ideias expressas ou formas de expressão. Contudo, o discurso e/ou compreensão reduzidos dificultam ou impossibilitam a conversação sobre o material fornecido. Por exemplo, na conversa sobre o material fornecido, o examinador consegue identificar figuras ou itens da lista de nomeação a partir da resposta do paciente. 2 = Afasia grave; toda a comunicação é feita através de expressões fragmentadas; necessidade de interferência, questionamento e adivinhação por parte do examinador. A quantidade de informação que pode ser trocada é limitada; o examinador assume a maior parte da comunicação; o examinador não consegue identificar itens do material fornecido a partir da resposta do paciente. 3 = Mutismo, afasia global; sem discurso ou compreensão verbal minimamente úteis.</p>		
<p>10. Disartria Se acredita que o paciente é normal, uma avaliação mais adequada é obtida, pedindo-se ao paciente que leia ou repita palavras da lista anexa. Se o paciente tem afasia grave, a clareza da articulação da fala espontânea pode ser graduada. Somente se o paciente estiver intubado ou tiver outras barreiras físicas à produção da fala, este item deverá ser considerado não testável (NT). Não diga ao paciente por que ele está sendo testado.</p>	<p>0 = Normal. 1 = Disartria leve a moderada; paciente arrasta pelo menos algumas palavras. 2 = Disartria grave; fala do paciente é tão empastada que chega a ser ininteligível, na ausência de disfasia ou com disfasia desproporcional, ou é mudo/anártrico. NT = Intubado ou outra barreira física; explique</p>		
<p>11. Extinção ou Desatenção (antiga negligência) Informação suficiente para a identificação de negligência pode ter sido obtida durante os testes anteriores. Se o paciente tem perda visual grave, que impede o teste da estimulação visual dupla simultânea, e os estímulos cutâneos são normais, o score é normal. Se o paciente tem afasia, mas parece atentar para ambos os lados, o score é normal. A presença de negligência espacial visual ou anosagnosia pode também ser considerada como evidência de negligência. Como a anormalidade só é pontuada se presente, o item nunca é considerado não testável.</p>	<p>0 = Nenhuma anormalidade. 1 = Desatenção visual, tátil, auditiva, espacial ou pessoal, ou extinção à estimulação simultânea em uma das modalidades sensoriais. 2 = Profunda hemi-desatenção ou hemi-desatenção para mais de uma modalidade; não reconhece a própria mão e se orienta somente para um lado do espaço.</p>		

ANEXO 4 - ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA (MAS)

Nome: _____ Examinador: _____ Data: _____

Escore de Ashworth	Grau de tônus muscular – Flexão, extensão, adução e abdução - Ombro
0	Sem aumento do tônus muscular
1	Discreto aumento do tônus muscular, manifestado pelo apreender ou liberar, ou por mínima resistência ao final da amplitude de movimento, quando a parte ou (as partes) é movida em flexão e extensão.
1+	Discreto aumento no tônus muscular, manifestado pelo apreender, seguido de mínima resistência através do resto (menos da metade) da amplitude de movimento.
2	Marcante aumento do tônus muscular através da maior parte da amplitude de movimento, porém as partes afetadas são facilmente movimentadas.
3	Considerável aumento do tônus muscular, movimentos passivos dificultados.
4	A parte (ou partes) afetada mostra-se rígida à flexão ou extensão..

Escore de Ashworth	Grau de tônus muscular – Flexão e extensão - Cotovelo
0	Sem aumento do tônus muscular
1	Discreto aumento do tônus muscular, manifestado pelo apreender ou liberar, ou por mínima resistência ao final da amplitude de movimento, quando a parte ou (as partes) é movida em flexão e extensão.
1+	Discreto aumento no tônus muscular, manifestado pelo apreender, seguido de mínima resistência através do resto (menos da metade) da amplitude de movimento.
2	Marcante aumento do tônus muscular através da maior parte da amplitude de movimento, porém as partes afetadas são facilmente movimentadas.
3	Considerável aumento do tônus muscular, movimentos passivos dificultados.
4	A parte (ou partes) afetada mostra-se rígida à flexão ou extensão..

Escore de Ashworth	Grau de tônus muscular – Flexão e extensão - Punho
0	Sem aumento do tônus muscular
1	Discreto aumento do tônus muscular, manifestado pelo apreender ou liberar, ou por mínima resistência ao final da amplitude de movimento, quando a parte ou (as partes) é movida em flexão e extensão.
1+	Discreto aumento no tônus muscular, manifestado pelo apreender, seguido de mínima resistência através do resto (menos da metade) da amplitude de movimento.
2	Marcante aumento do tônus muscular através da maior parte da amplitude de movimento, porém as partes afetadas são facilmente movimentadas.
3	Considerável aumento do tônus muscular, movimentos passivos dificultados.
4	A parte (ou partes) afetada mostra-se rígida à flexão ou extensão..

ANEXO 5 - ESCALA FUGL-MEYER – MEMBRO SUPERIOR

Escala de Avaliação de Fugl-Meyer em Português

TESTE	PONTUAÇÃO
<p>I. Movimentação passiva e dor: – ombro: flexão, abdução 90, rot. ext. e int. – cotovelo, punho e dedos: flexão e extensão – antebraço: pronação e supinação – quadril: flexão, abdução, rot. ext. e int. – joelho: flexão e extensão – tornozelo: dorsiflexão e flexão plantar – pé: eversão e inversão <i>Pont. máx: (44 mobilidade) (44 dor)</i></p>	<p>Mobilidade: 0 – apenas alguns graus de movimento 1 – grau de mobilidade passiva diminuída 2 – grau de movimentação passiva normal</p> <p>Dor: 0 – dor pronunciada durante todos os graus de movimento e dor marcante no final da amplitude 1 – alguma dor 2 – nenhuma dor</p>
<p>II. Sensibilidade: – Exterocepção: membro superior, palma da mão, coxa e sola do pé () <i>Pont. máx: (8)</i></p>	<p>0 – anestesia 1 – hipoestesia/ disestesia 2 – normal</p>
<p>– Propriocepção: ombro, cotovelo, punho, polegar, quadril, joelho, tornozelo e hálux () <i>Pont. máx: (16)</i></p>	<p>0 – nenhuma resposta correta (ausência de sensação) 1 – ¼ das respostas são corretas, mas há diferença entre o lado não afetado 2 – todas as respostas são corretas</p>
<p>III. Função motora de membro superior 1 – Motricidade reflexa: bíceps/ tríceps () (2)</p>	<p>0 – sem atividade reflexa 2 – atividade reflexa presente</p>
<p>2 – Sinergia flexora: elevação, retração de ombro, abdução + 90, rot. externa, flexão de cotovelo, supinação () <i>Pont. máx:(12)</i></p>	<p>0 – tarefa não pode ser realizada completamente * 1 – tarefa pode ser realizada parcialmente 2 – tarefa é realizada perfeitamente</p>
<p>3 – Sinergia extensora: adução do ombro, rot. interna, extensão cotovelo, pronação <i>Pont:(8)</i></p>	<p>*</p>
<p>4 – Movimentos com e sem sinergia: a) mão a coluna lombar () b) flexão de ombro até 90° () c) prono-supinação (cotov. 90° e ombro 0°) () d) abdução ombro a 90° com cotov. estendido e pronado () e) flexão de ombro de 90° a 180° () f) prono-supinação (cotov. estendido e ombro fletido de 30 a 90° () <i>Pont. máx: (12)</i></p>	<p>a) * b) 0 – se o início do mov. o braço é abduzido ou o cotovelo é fletido 1 – se na fase final do mov., o ombro abduz e/ou ocorre flexão de cotovelo 2 – a tarefa é realizada perfeitamente c) 0 – Não ocorre posiciona/o correto do cotovelo e ombro e/ou pronação e supinação não pode ser realizada complet/e 1 – prono-supino pode ser realizada com ADM limitada e ao mesmo tempo o ombro e o cotovelo estejam corretamente posicionados 2 – a tarefa é realizada completamente d) 0 – não é tolerado nenhuma flexão de ombro ou desvio da pronação do antebraço no INÍCIO do movimento 1 – realiza parcialmente ou ocorre flexão do cotovelo e o antebraço não se mantém pronado na fase TARDIA do movimento 2 – a tarefa pode ser realizada sem desvio e) 0 – o braço é abduzido e cotovelo fletido no início do movimento 1 – o ombro abduz e/ou ocorre flexão de cotovelo na fase final do movimento 2 – a tarefa é realizada perfeitamente f) 0 – Posição não pode ser obtida pelo paciente e/ou prono-supinação não pode ser realizada perfeitamente 1 – atividade de prono-supinação pode ser realizada mesmo com ADM limitada e ao mesmo tempo o ombro e o cotovelo estejam corretamente posicionados 2 – a tarefa é realizada perfeitamente</p>
<p>5 – Atividade reflexa normal: () bíceps / tríceps/ flexor dedos (avalia-se o reflexo somente se o paciente atingiu nota 2 para os itens d), e), f) do item anterior) <i>Pont. máx: (2)</i></p>	<p>0 – 2 ou 3 reflexos estão hiperativos 1 – 1 reflexo esta marcadamente hiperativo ou 2 estão vivos 2 – não mais que 1 reflexo esta vivo e nenhum esta hiperativo</p>
<p>6 – Controle de punho: a) Cotovelo 90°, ombro 0° e pronação, c/ resistência. (assistência, se necessário) () b) Máxima flexo-extensão d e punho, cotov. 90°, ombro 0°, dedos fletidos e pronação (auxílio se necessário) () c) Dorsiflexão com cotovelo a 0°, ombro a 30° e pronação, com r resistência (auxílio) () d) Máxima flexo-extensão, com cotov. 0°, ombro a 30° e pronação (auxílio) () e) Circundução () <i>Pont. máx:(10)</i></p>	<p>a) 0 – o pcte não pode dorsifletir o punho na posição requerida 1 – a dorsiflexão pode ser realizada, mas sem resistência alguma 2 – a posição pode ser mantida contra alguma resistência b) 0 – não ocorre mov. voluntário 1 – o pcte não move ativamente o punho em todo grau de movimento 2 – a tarefa pode ser realizada c) Idem ao a) d) Idem ao b) e) Idem ao b)</p>

TESTE	PONTUAÇÃO
<p>7 – Mão:</p> <p>a) flexão em massa dos dedos ()</p> <p>b) extensão em massa dos dedos ()</p> <p>c) Preensão 1: Art. metacarpofalangeanas (II a V) estendidas e interfalangeanas distal e proximal fletidas. Preensão contra resistência ()</p> <p>d) Preensão 2: O paciente é instruído a aduzir o polegar e segurar um papel interposto entre o polegar e o dedo indicador ()</p> <p>e) Preensão 3: O paciente opõe a digital do polegar contra a do dedo indicador, com um lápis interposto ()</p> <p>f) Preensão 4: Segurar com firmeza um objeto cilíndrico, com a superfície volar do primeiro e segundo dedos contra os demais ()</p> <p>g) Preensão 5: o paciente segura com firmeza uma bola de tênis () <i>Pont. máx: (14)</i></p>	<p>a) *</p> <p>b) 0 - nenhuma atividade ocorre</p> <p>1 - ocorre relaxamento (liberação) da flexão em massa</p> <p>2 - extensão completa (comparado com mão não afetada)</p> <p>c) 0 - posição requerida não pode ser realizada 1 - a preensão é fraca</p> <p>2 - a preensão pode ser mantida contra considerável resistência</p> <p>d) 0 - a função não pode ser realizada 1 - o papel pode ser mantido no lugar, mas não contra um leve puxão</p> <p>2 - um pedaço de papel é segurado firmemente contra um puxão</p> <p>e) 0 - a função não pode ser realizada 1 - o lápis pode ser mantido no lugar, mas não contra um leve puxão 2 - o lápis é segurado firmemente</p> <p>f) 0 - a função não pode ser realizada</p> <p>1 - o objeto interposto pode ser mantido no lugar, mas não contra um leve puxão 2 - o objeto é segurado firmemente contra um puxão</p> <p>g) 0 - a função não pode ser realizada 1 - o objeto pode ser mantido no lugar, mas não contra um leve puxão 2 - o objeto é segurado firmemente contra um puxão</p>
<p>IV. Coordenação/ Velocidade MS:</p> <p>a) Tremor ()</p> <p>b) Dismetria ()</p> <p>c) Velocidade: Index-nariz 5 vezes, e o mais rápido que conseguir () <i>Pont. máx: (6)</i></p>	<p>a) 0 - tremor marcante/ 1 - tremor leve/ 2 - sem tremor</p> <p>b) 0 - dismetria marcante/ 1 - dismetria leve/ 2 - sem dismetria</p> <p>c) 0 - 6 seg. mais lento que o lado não afetado/ 1 - 2 a 5 seg. mais lento que o lado não afetado/ 2 - menos de 2 segundos de diferença</p>
<p>V. Função motora membro inferior:</p> <p>Motricidade Reflexa</p> <p>A) Aquiles () B) Patelar () (4)</p> <p>1 - Motricidade reflexa:</p> <p>Patelar e aquileu / adutor () (2)</p>	<p>0 - sem atividade reflexa</p> <p>2 - atividade reflexa pode ser avaliada</p> <p>0 - 2 ou 3 reflexos estão marcadamente hiperativos</p> <p>1 - 1 reflexo esta hiperativo ou 2 estão vivos</p> <p>2 - não mais que 1 reflexo esta vivo</p>
<p>2 - Sinergia flexora: flexão quadril, joelho e dorsiflexão (dec.dorsal) () <i>Pont. máx: (6)</i></p>	*
<p>3 - Sinergia extensora: extensão de quadril, adução de quadril, extensão de joelho, flexão plantar () <i>Pont max: (8)</i></p>	*
<p>4 - Mov. com e sem sinergias:</p> <p>a) a partir de leve extensão de joelho, realizar uma flexão de joelho além de 90°. (sentado) ()</p> <p>b) Dorsiflexão de tornozelo (sentado) ()</p> <p>c) Quadril a 0°, realizar a flexão de joelho mais que 90° (em pé) ()</p> <p>d) Dorsiflexão do tornozelo (em pé) ()</p> <p><i>Pont. máx:(8)</i></p>	<p>a) 0 - sem movimento ativo</p> <p>1 - o joelho pode ativamente ser fletido até 90° (palpar os tendões dos flexores do joelho)</p> <p>2 - o joelho pode ser fletido além de 90°</p> <p>b) *</p> <p>c) 0 - o joelho não pode ser fletido se o quadril não é fletido simultaneamente</p> <p>1 - inicia flexão de joelho sem flexão do quadril, porém não atinge os 90° de flexão de joelho ou flete o quadril durante o término do movimento.</p> <p>2 - a tarefa é realizada completamente</p> <p>d) *</p>
<p>VI. Coordenação./ Velocidade MI:</p> <p>a) Tremor ()</p> <p>b) Dismetria ()</p> <p>c) Velocidade: calcanhar-joelho 5 vez () (dec. Dorsal) <i>Pont. máx: (6)</i></p>	<p>a) 0 - tremor marcante/ 1 - tremor leve/ 2 - sem tremor</p> <p>b) 0 - dismetria marcante/ 1 - dismetria leve/ 2 - sem dismetria</p> <p>c) 0 - 6 seg. mais lento que o lado não afetado/ 1 - 2 a 5 seg. mais lento que o lado afetado/ 2 - menos de 2 segundos de diferença</p>
<p>VII . Equilíbrio:</p> <p>a) Sentado sem apoio e com os pés suspensos ()</p> <p>b) Reação de pára-queda no lado não afetado ()</p> <p>c) Reação de pára-queda no lado afetado ()</p> <p>d) Manter-se em pé com apoio ()</p> <p>e) Manter-se em pé sem apoio ()</p> <p>f) Apoi o único sobre o lado não afetado ()</p> <p>g) Apoi único sobre o lado afetado ()</p> <p><i>Pont. máx: (14)</i></p>	<p>a) 0 - não consegue se manter sentado sem apoio/ 1 - permanece sentado sem apoio por pouco tempo/ 2 - permanece sentado sem apoio por pelo menos 5 min. e regula a postura do corpo em relação a gravidade</p> <p>b) 0 - não ocorre abdução de ombro, extensão de cotovelo para evitar a queda/ 1 - reação de pára-queda parcial/ 2 - reação de pára-queda normal</p> <p>c) idem ao b)</p> <p>d) 0 - não consegue ficar de pé/ 1 - de pé com apoio máximo de outros/ 2 - de pé com apoio mínimo por 1 min</p> <p>e) 0 - não consegue ficar de pé sem apoio/ 1 - pode permanecer em pé por 1 min e sem oscilação, ou por mais tempo, porém com alguma oscilação/ 2 - bom equilíbrio, pode manter o equilíbrio por mais que 1 minuto com segurança</p> <p>f) 0 - a posição não pode ser mantida por mais que 1-2 seg (oscilação)/ 1 - consegue permanecer empé, com equilíbrio, por 4 a 9 segundos/ 2 - pode manter o equilíbrio nesta posição por mais que 10 segundos</p> <p>g) 0 - a posição não pode ser mantida por mais que 1-2 segundos (oscilação)</p> <p>1 - consegue permanecer em pé, com equilíbrio, por 4 a 9 segundos</p> <p>2 - pode manter o equilíbrio nesta posição por mais que 10 segundos</p>