

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

ANDRÉIA MACHADO SANTOS

ISABELLE ANDRADE ALMEIDA

**EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO POR MEIO DE
DISPOSITIVO ROBÓTICO SOBRE A FUNÇÃO MANUAL DE UM ADULTO COM
SEQUELAS DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UM ESTUDO DE CASO**

UBERLÂNDIA – MG

2023

ANDRÉIA MACHADO SANTOS

ISABELLE ANDRADE ALMEIDA

**EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO POR MEIO DE
DISPOSITIVO ROBÓTICO SOBRE A FUNÇÃO MANUAL DE UM ADULTO COM
SEQUELAS DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado para
obtenção do grau de fisioterapeuta no Curso de
Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia,
UFU.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Marcos Seizo Kishi

UBERLÂNDIA, MG

2023

Agradecimento

A Deus, por nos ajudar a superar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso e principalmente pela oportunidade da convivência e desenvolvimento da amizade.

Aos nossos pais, irmãos e familiares que sempre nos apoiaram e nunca soltaram as nossas mãos.

Aos nossos amigos pelo apoio e incentivo ao longo da graduação.

Ao nosso orientador, Professor Marcos Seizo Kishi, por todo incentivo, apoio e suporte durante esse trabalho.

Ao Professor Rogério Sales Gonçalves pela parceria deste trabalho.

Ao Engenheiro Thiago Alves por todo auxílio e suporte ao longo do protocolo.

Às colaboradoras da Clínica de Fisioterapia Neurofuncional da Universidade Federal de Uberlândia (Luciana, Maximila e Aline) por todo o auxílio ao longo dos dias e por sempre procurar nos ajudar.

Agradecemos principalmente ao participante que aceitou realizar o protocolo.

“Sl 40.1 - Esperei com paciência no Senhor, e Ele se inclinou para mim, e ouviu o meu clamor”

RESUMO

Introdução: O Acidente Vascular Cerebral (AVC) corresponde ao déficit causado por uma lesão aguda no Sistema Nervoso Central (SNC) de causa vascular, ocasiona alterações na função dos membros superiores e consequentemente dificuldade em realizar atividades bimanuais que exijam destreza manual fina. A terapia robótica permite um maior número de repetições durante atividades motoras em comparação às terapias convencionais, apresentando um formato envolvente que fornece feedback sensorial durante a terapia. **Objetivo:** verificar o efeito de um protocolo de reabilitação por meio de dispositivo robótico sobre a função manual de um adulto com sequelas de AVC. **Metodologia:** foram realizadas avaliações para analisar o uso da mão afetada através da Motor Activity Log (MAL), função manual através da Escala Fugl-Meyer (EFM) e força muscular pelo próprio equipamento robótico. **Caracterização** do indivíduo do sexo feminino de 72 anos de idade, diagnóstico de Acidente Vascular Cerebral Isquêmico, com membro superior esquerdo acometido e que frequenta a clínica de fisioterapia neurofuncional para fins de reabilitação. A terapia foi aplicada três vezes por semana com duração de 40 minutos sendo 10 minutos destinados a recepção e acomodação do paciente, 15 minutos destinados ao jogo de memória e 15 minutos destinado a terapia com jogo na plataforma robótica durante seis semanas de intervenção. **Resultados:** houve uma mudança comportamental no uso da mão afetada durante as atividades de vida diária (AVDs) comprovada pela Escala Motor Activity Log e melhora na função manual identificada através da Escala Fulg Meyer e da memória em um indivíduo com sequela de AVC. **Conclusão:** o protocolo foi eficiente para melhorar a função manual e memória de um indivíduo com sequelas de AVC.

Palavras-chaves

Acidente vascular cerebral; Hemiparesia; Reabilitação; Membro superior; Terapia robótica; Memória.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	OBJETIVOS	10
2.1	GERAL	10
2.2	ESPECÍFICO	10
3.	METODOLOGIA	10
	AVALIAÇÃO	11
	<i>Anamnese</i>	11
	AVALIAÇÃO FÍSICA	11
	<i>Força</i>	11
	<i>Avaliação da qualidade do movimento</i>	12
	<i>Avaliação do comprometimento sensório-motor (Escala Fugl-Meyer)</i>	12
	PROTOCOLO DE TERAPIA ROBÓTICA	13
	MineCart	15
	Jogo da memória	16
4.	RESULTADOS	19
	<i>Motor Activity Log – MAL</i>	19
	<i>Escala quantitativa</i>	19
	<i>Escala qualitativa</i>	20
	<i>Escala Fulg Meyer</i>	21

<i>Jogo da memória</i>	21
<i>Jogo Minecart</i>	22
5. DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
APÊNDICES	43
Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	43
Apêndice B – Ficha de avaliação inicial	46
ANEXOS	47
Anexo A – Escala Motor Activity Log MAL	47
Anexo B – Escala Fugl Meyer	51

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido como “sinais clínicos de desenvolvimento rápido de distúrbio focal (ou global) de função cerebral com duração superior a 24 horas ou levando a morte, sem outra causa aparente, além da origem vascular”. Desta forma, pode-se entender o AVC como um déficit causado por uma lesão aguda no Sistema Nervoso Central (SNC) de causa vascular, como infarto cerebral, hemorragia intracerebral ou hemorragia subaracnóidea (SACCO *et al.*, 2013).

Esse evento pode ser caracterizado em AVC isquêmico, quando tem-se a obstrução de um vaso sanguíneo que impede o fluxo do sangue para o tecido cerebral ou AVC hemorrágico, definido pela ruptura de um vaso sanguíneo que ocasiona sangramento em áreas intraparenquimatosa ou subaracnóidea. Ademais, existem casos de Acidente Isquêmico Transitório (AIT), que predispõe o surgimento de um novo evento, nesse caso, um AVC isquêmico (BRASIL, 2013).

Segundo dados do grupo *Global Burden of Diseases*, em 2019 foram contabilizados cerca de 12,2 milhões de casos de AVC pelo mundo, tendo 6,55 milhões de óbitos confirmados (FEIGIN *et al.*, 2019). No Brasil, o AVC representa uma das primeiras causas de mortalidade e incapacidade, gerando um grande impacto social e econômico para o país. Sabe-se que o AVC apresenta fatores de risco que aumentam a predisposição do indivíduo a desenvolvê-lo, dessa forma, é importante defini-los, sendo divididos em três grupos: grupo de risco não modificável (idade, sexo, histórico familiar), grupo de risco modificável (hipertensão arterial sistêmica, tabagismo, diabetes mellitus), e grupo de risco potencial (sedentarismo, obesidade, alcoolismo) (BRASIL, 2013).

O AVC causa uma lesão cerebral capaz de danificar ou causar a morte das células neurais (RAHAYU *et al.*, 2020), sendo assim, as sequelas deixadas por esses danos irão depender do local e magnitude da lesão (BOTELHO *et al.*, 2016). Em alguns casos, o indivíduo que sofreu um AVC pode apresentar fraqueza da musculatura respiratória, distúrbios de deglutição, distúrbios de marcha, deficiência sensorial, espasticidade e deficiências motoras gerais (LIWA *et al.*, 2020), (KIN; JANG, 2021). Além disso, o AVC é um fator de risco na disfunção da memória, que se caracteriza como um dos principais problemas de saúde na população idosa (HUO *et al.*, 2021). Segundo, Wang *et al.* (2014) a idade avançada presume o

declínio de memória de forma mais acelerada antes e após o evento vascular cerebral, além de contribuir para decréscimos de memória no momento do AVC.

O AVC ocasiona também alterações na função dos membros superiores, isto pode ser atribuído à maior idade, permanência e maior mortalidade na unidade de atendimento, além de menor chance de alta diretamente para casa (PERSSON *et al.*, 2012). O membro superior requer uma variedade de movimentos finos e coordenados de forma a operar adequadamente, sendo diferente do membro inferior que prioriza a estabilidade e a eficiência durante a marcha (MAKKI *et al.*, 2014).

Após, o AVC pode ocorrer a negligência do membro, devido a teoria do não uso aprendido que corresponde a supressão do movimento após uma desaferentação somatossensorial, visto que, após o evento as tentativas contínuas do uso do membro afetado podem ser associadas a consequências aversivas, como dificuldade em segurar alimentos, dificuldade de coordenar o movimento, ou seja, falha em realizar qualquer tentativa de uso do membro, por conseguinte o comportamento deste membro é suprimido (TAUB *et al.*, 1993). De acordo com a teoria do não uso aprendido, uma das principais funções das intervenções destinadas a superar o não uso é aumentar a motivação para usar o membro afetado (TAUB *et al.*, 1993).

O treinamento de reabilitação após lesão do córtex cerebral oportuniza o aumento da plasticidade representacional e da recuperação motora (NUDO *et al.*, 1996). A experiência motora após lesão cortical apresenta um papel fundamental na fisiologia de reorganização biológica que ocorre no tecido adjacente intacto (NUDO *et al.*, 1996). Segundo Nudo *et al.* (1996) a reorganização funcional no córtex motor pode estar relacionada a melhora na função motora de paciente submetidos a terapia reabilitadora.

Atualmente novos dispositivos robóticos, protéticos e a realidade virtual tem cada vez mais se inserindo no ambiente de reabilitação (CARAMENTI *et al.*, 2015). Dessa forma, a terapia robótica viabiliza a prática de tarefas específicas, e a melhora na realização de atividades de vida diária (MEHROLZ *et al.*, 2018) além de possibilitar a realização de um número maior de repetições durante atividades motoras em comparação às terapias convencionais, (LANG *et al.*, 2007) possuindo um formato consistente e envolvente que fornece um feedback sensorial durante a terapia (HOCHSTENCACH-WAELEN; SEELEN, 2012).

O uso de uma tecnologia interativa por meio de jogos, segundo Wilson e Mumford (2009), deve fornecer uma rápida familiarização do paciente, além de ser adaptável às suas necessidades, fornecendo feedback ao mesmo tempo e documentando sua progressão. De acordo com Gagliardi *et al.* (2018) a reabilitação através de jogos auxilia no aumento da motivação do paciente, pois normalmente os indivíduos apresentam mais afinidade por este tipo de terapia, e isso consequentemente pode aumentar a adesão ao tratamento e proporcionar mais benefícios tanto físicos quanto psicológicos aos indivíduos.

Em conformidade com Chen *et al.* (2017), o uso de um sistema virtual construído por engenheiros seria mais eficaz que os sistemas comerciais, dado que atenderia melhor às necessidades especiais do paciente, oportunizando ajustes de dificuldades e de metas de treinamento. Não obstante ser considerada um tratamento de alto custo, (ZHANG *et al.*, 2017) segundo Caramenti *et al.*, (2015) a terapia robótica, a longo prazo pode se tornar mais vantajosa, pois permite um tempo maior de terapia com menos supervisão.

Segundo Ekstrand *et al.* (2016) indivíduos com deficiências leves a moderadas do membro superior após acidente vascular cerebral apresentam maior dificuldade em realizar atividades bimanuais que exijam destreza manual fina. A destreza e a participação em atividades são fatores essenciais na reabilitação da extremidade superior afetada, a fim de melhorar o uso do membro superior afetado nas atividades de vida diária (EKSTRAND *et al.*, 2016). Devido a isso, se faz importante o treinamento dos membros superiores de forma bimanual, a fim de otimizar a realização de atividades de vida diária, visto que a maior parte das atividades de vida diária (AVDs) necessitam do uso de ambas as mãos.

Sabendo da necessidade de uma terapia mais integrativa e atrativa para indivíduos pós Acidente Vascular Cerebral, o protocolo se propõe a aplicar uma terapia por meio de jogos de realidade virtual a fim de aumentar a motivação, prazer e experiências motivacionais em comparação com a reabilitação padrão (LEWIS; ROSIE, 2012). Esse modelo de terapia possibilita que o indivíduo alcance uma sensação de controle, assim como o propicia a experimentar o sucesso e a capacidade de desafiar e progredir constantemente (LEWIS; ROSIE, 2012). Outrossim, fornece múltiplas formas de feedback sensorial de modo a aperfeiçoar a experiência de aprendizagem ou permitir focar a atenção em vertentes específicas do desempenho da tarefa (LEWIS; ROSIE, 2012).

Posto isto, o protocolo apresentado pode oferecer benefícios reais ao indivíduo com hemiparesia de membro superior, por exigir atividades bimanuais. Ademais, através da reabilitação robótica de membro superior é viável expor o participante à um maior número de repetições de movimento (LANG *et al.*, 2007) e isto pode ser associado à uma maior motivação para utilizar o membro afetado (GAGLIARDI *et al.*, 2018) de forma a reverter a teoria do não uso aprendido (TAUB *et al.*, 1993), otimizando assim o uso do membro superior afetado.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo da presente pesquisa foi verificar o efeito de um protocolo de reabilitação por meio de dispositivo robótico sobre a função manual de um adulto com sequelas de Acidente Vascular Cerebral.

2.2 ESPECÍFICO

Dentre os objetivos específicos da pesquisa encontram-se: avaliar a força manual, função de membros superiores e memória de um indivíduo com sequelas de AVC após o protocolo proposto.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa teve seu projeto analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal de Uberlândia, registrado na Plataforma Brasil sob o número CAAE 51133821.4.0000.5152, e baseia-se em uma avaliação do membro superior de um indivíduo hemiparético acometido por acidente vascular cerebral antes e após o tratamento de reabilitação através de um programa robótico de jogos executados em tempo real pelo indivíduo. Foi utilizado uma amostra de conveniência, sendo recrutado um indivíduo do sexo feminino de 72 anos de idade, com diagnóstico de Acidente Vascular Cerebral Isquêmico em julho de 2021, com membro superior esquerdo acometido tendo o membro superior direito como dominante e que frequenta a clínica de fisioterapia neurofuncional para fins de reabilitação

O participante deste estudo foi avaliado antes e após o tratamento por dois discentes do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) responsáveis pela aplicação do protocolo, avaliação e reavaliação, sendo devidamente supervisionados por docente responsável, sendo assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), que foi aplicado no primeiro encontro após as devidas explicações. Desse modo, foi realizada uma pesquisa experimental, a partir da coleta de dados advindos da aplicação de testes e questionários, além da análise da força e função manual.

AVALIAÇÃO

Inicialmente o indivíduo foi submetido a uma avaliação a fim de identificar a aptidão ao tratamento, esta foi composta por:

Anamnese

Baseada na coleta de informações básicas sobre o participante (Apêndice B), incluindo: idade; sexo; contato; endereço; data do diagnóstico clínico; sinais e sintomas pós AVC; queixa principal; terapias que foi submetido; histórico cirúrgico; medicações; nome do examinador e data da avaliação. Isto permitiu distinguir a natureza e o histórico da condição atual do participante e sua queixa principal (SULLIVAN, 2010).

AVALIAÇÃO FÍSICA

Força

A força muscular do indivíduo foi mensurada pelo próprio equipamento robótico. Visto que, o equipamento contém uma célula de carga responsável por captar a força imposta pelo participante na estrutura robótica para a realização dos movimentos. É possível verificar a simetria de força entre os braços do paciente, o que indica se ele está usando as mãos de forma simétrica e coordenada ou de forma a priorizar a utilização de apenas um braço, o que comumente acontece no caso de pacientes com hemiparesia, o chamado não uso apreendido do lado parético (ALVES, 2019, p.115). Além disto, foi mensurada a simetria dos picos de força entre os membros esquerdo e direito, definida como positiva quando a força maior foi a esquerda e negativa quando a força maior foi a direita, em caso de igualdade de forças o resultado foi nulo (ALVES, 2019, p.158).

Avaliação da qualidade do movimento

A Motor Activity Log (MAL) é uma entrevista estruturada desenvolvida por Taub *et al.* (1993), na qual o participante avalia o quanto (escala de quantidade do uso) e quão bem (escala de qualidade de movimento) realizou determinadas atividades de vida diária com o membro afetado (TAUB *et al.*, 1993; PEREIRA *et al.*, 2012). A versão original da MAL possuía 14 itens, visando a avaliação de indivíduos com maiores deficiências foi desenvolvida a versão de 30 itens (*Anexo A*) – os itens incluem atividades como escovar os dentes, abotoar uma camisa, comer com um garfo ou colher, entre outros (TAUB *et al.*, 1993; WINSTEIN *et al.*, 2003). Tanto na escala quantitativa quanto na escala qualitativa cada item deve ser pontuado pelo participante em uma escala ordinal de zero a cinco, por conseguinte na escala quantitativa as respostas compreendiam a quantidade de vezes em que se utilizou o membro afetado na última semana, por meio de termos “não usei”, “muito raramente”, “raramente”, “regularmente”, “quase sempre” e “sempre”.

Em contrapartida, a escala qualitativa correspondia à qualidade do movimento durante o uso através de termos “nunca utilizado”, “muito fraco”, “fraco”, “bom”, “quase normal” e “normal”. Por fim, cada resposta de não uso do membro deveria ser justificada em uma escala de um a cinco, que compreendia justificativas de “eu usei o braço não afetado o tempo todo”, “outra pessoa fez por mim”, “eu nunca faço esta atividade, com ou sem ajuda de outros porque é impossível”, “eu às vezes faço esta atividade, mas não tive a oportunidade desde a última vez em que eu respondi essas perguntas”, “esta é uma atividade que eu normalmente fazia apenas com a mão dominante antes do AVC, e continuo a fazer com a minha mão dominante agora” (TAUB *et al.*, 1993; PEREIRA *et al.*, 2012).

Avaliação do comprometimento sensório-motor (Escala Fugl-Meyer)

A Escala Fugl-Meyer (EFM), foi o primeiro instrumento quantitativo desenvolvido para avaliar comprometimentos sensório-motores de indivíduos em recuperação ao AVC, sendo criada em 1975 por Fugl-Meyer *et al.* A EFM (*Anexo B*) avalia seis aspectos importantes: a amplitude de movimento, a presença de dor, a sensibilidade, a coordenação motora e a velocidade do movimento, tendo como escore total 226 pontos. Vale ressaltar que foi utilizado no estudo a escala que compreende apenas a avaliação do membro superior, totalizando 66

pontos. Resumidamente sua forma de aplicação baseia-se em uma escala de três pontos: 0 (não pode ser realizado), 1 (realizado parcialmente), 2 (realizado completamente) (MAKI T., 2006).

O uso de uma escala de três notas se tornou uma escolha após perceberem que escalas compostas por mais etapas traziam julgamentos menos confiáveis, enquanto escalas com três pontos apresentaram um grau positivo de confiabilidade. Dessa forma, a escala foi elaborada seguindo o ideal de que a função motora do indivíduo hemiplégico tende a seguir um curso gradual e definível. Com isso, o retorno dos reflexos precede a movimentação voluntária, sendo assim, a completa dependência de sinergias, faz com que o indivíduo dependa menos dos reflexos e reações primitivas para realização de movimentos (FUGL-MEYER *et al.*, 1975).

PROTOCOLO DE TERAPIA ROBÓTICA

A terapia robótica foi aplicada por meio de uma estrutura robótica atuada por dois cabos configurada para uma trajetória planar com dois graus de liberdade, essa estrutura é comumente denominada de BCDRR (*Bimanual Cable Driven Robot for Rehabilitation* ou Dispositivo Robótico para Reabilitação Atuado por Cabos) - configuração bilateral com 2 GDL. Ela é formada por: plataforma fixa em alumínio em formato de “T”, plataformas móveis atuadas por cabos e módulos compostos por: motor de corrente contínua (DC), polia, encoder e célula de carga (ALVES, 2019, p. 59-60). Os cabos utilizados possuem comprimentos variáveis a depender do desenrolar ou enrolar do cabo nas polias através do giro do motor. Este equipamento permite a realização de movimentos em dois graus de liberdade, uma rotação em torno de um eixo imaginário e movimentos verticais (ALVES, 2019, p. 59-63). Abaixo encontra-se uma imagem ilustrativa (Figura 1) do dispositivo:

Figura 1: Estrutura robótica (BCDRR)



Fonte: ALVES (2019).

O equipamento possui um botão físico para interagir com o sistema (finalizar uma ação) e um botão de emergência que corta o fornecimento de energia para o motor, interrompendo a atividade instantaneamente, sendo uma forma de oferecer segurança ao indivíduo caso ocorra algum imprevisto (ALVES, 2019, p. 124). A célula de carga encontra-se na plataforma móvel entre a polia e a barra, é utilizada na gravação do movimento e detecção da quantidade de força aplicada pelo participante sobre a barra (ALVES, 2019, p. 91).

O equipamento possui a capacidade de assistir quando necessário, ou seja, auxiliar na finalização ou durante parte do movimento a fim de evitar a quebra de expectativas. Todas as informações de assistência foram armazenadas no equipamento para comparações de resultados futuros (ALVES, 2019, p. 91-92). Durante a realização dos movimentos, a estrutura coletou a participação do indivíduo através da mensuração da força aplicada na célula de carga, a partir disto o equipamento determinou se a assistência seria ofertada, dado que, se a força identificada fosse muito baixa seria necessário o auxílio no movimento (ALVES, 2019, p. 91-92). A estrutura armazena dados como tempo e força do membro durante os movimentos, informações que podem ser transformadas em parâmetros de desempenho dos indivíduos para comparações de resultados futuros (ALVES, 2019, p. 3).

A fim de verificar a aplicabilidade da estrutura robótica e realizar possíveis ajustes antes de iniciar o protocolo de tratamento, foi realizado um breve estudo piloto com pessoas saudáveis recrutadas da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), sendo discentes e/ou docentes de ambos os sexos. É importante frisar que este grupo de estudo não se caracteriza como um grupo controle. Inicialmente foi realizado uma breve explicação sobre o objetivo e funcionamento do equipamento, assim como os procedimentos a serem realizados, como: repetições dos movimentos das articulações, armazenamento de informações relativas sobre o desempenho, riscos e possibilidade de desistência a qualquer momento. Essa pesquisa inicial teve o objetivo de realizar possíveis ajustes e preparar a estrutura para iniciar o tratamento.

O dispositivo BCDRR configuração bilateral com 2 GDL descrito anteriormente foi acoplado a um jogo que segue as características de um jogo com controle por movimento/realidade virtual (ALVES, 2019, p. 95-102). Tendo sua descrição a seguir:

MineCart

O jogo, Fig MineCart (Figura 2), tem como objetivo movimentar um carro de mineração para direita e esquerda a fim de capturar todos os cristais que surgem na tela. Para isso, o participante deveria girar a barra do equipamento robótico no sentido horário ou anti-horário para movimentar o carrinho para direita e para esquerda respectivamente (Figuras 3.1, 3.2 e 3.3). É importante ressaltar que ambos os membros superiores deveriam ofertar força ao mesmo tempo para que a barra do equipamento se movesse, sendo assim, ele deveria elevar o membro superior direito e abaixar o membro superior esquerdo para que o carrinho se movesse para a esquerda e vice-versa. Ademais, durante o jogo o participante permanecia sentado com tronco estabilizado medialmente de forma a reduzir compensações na realização do movimento.

Figura 2: Tela do jogo MineCart



Fonte: Autoria própria (2022)

O jogo sério foi aplicado por 15 minutos para reduzir as chances de fadiga muscular e desinteresse durante a sessão. Comandos de voz predeterminados foram elaborados para incentivar o participante durante a terapia. Dessa forma, a cada minuto o indivíduo era incentivado a continuar o jogo com os comandos “muito bem, continue assim!”, “você está melhorando”, “não deixe o cristal cair”.

Figura 3.1: Vista lateral



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 3.2: Vista oblíqua direita



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 3.3: Vista oblíqua esquerda



Fonte: Autoria própria (2022)

Jogo da memória

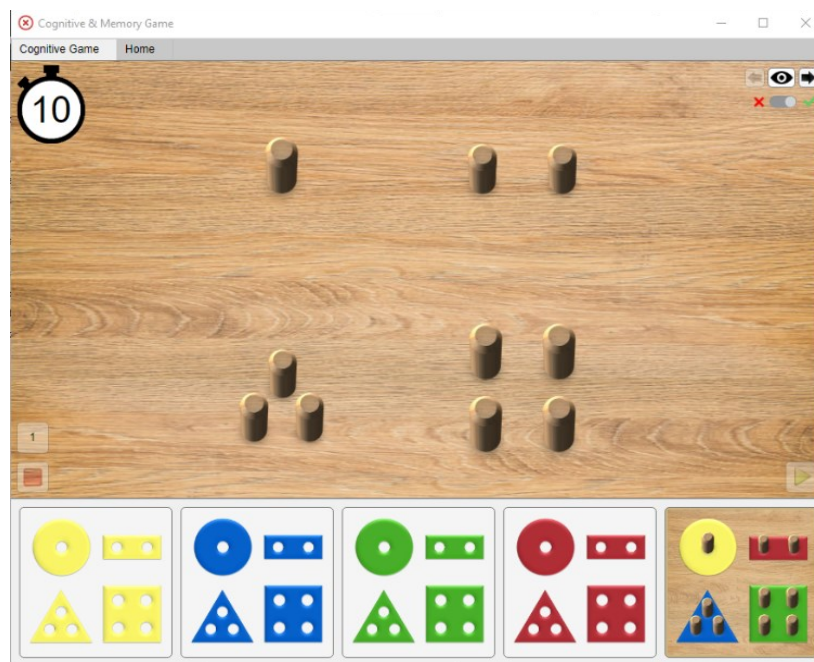
Esse jogo sério objetivou treinar a memória do participante, consistindo em um jogo eletrônico (Figura 5), em conjunto com brinquedo educativo bastante utilizado em terapias de reabilitação. Este brinquedo, Fig Brinquedo (Figura 4), é composto por uma plataforma de madeira com pinos onde foram encaixados 4 peças de madeira de formas distintas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo – ao todo possuíam 16 peças com 4 cores diferentes (amarelo, vermelho, verde e azul) de acordo com a imagem que surgisse na tela do computador. Além disso, a mesa utilizada para a atividade possuía 70 cm de comprimento, tendo demarcações de 5 em 5 cm.

Figura 4: Peças utilizadas no jogo



Fonte: Google imagens

Figura 5: Tela do jogo da memória



Fonte: Autoria própria

O participante permaneceu sentado em uma cadeira com a parte posterior posicionada a 58 cm da borda da mesa. A coluna era posicionada o mais ereta possível e os pés encostados no chão. Antes de iniciar o jogo foi realizado um teste a fim de observar qual o alcance realizado pelo indivíduo, inspirado no Teste de Alcance Funcional Modificado o qual é uma adaptação do Teste de Alcance Funcional, nesse o indivíduo realiza o alcance em ortostatismo perpendicular a uma parede com demarcações, com ombro a 90° de flexão. A versão modificada, com o indivíduo sentado, se torna mais adequada para a população do estudo que apresenta um déficit motor mais pronunciado (MARCHESI *et al.*, 2021).

Desta forma, o alcance foi mensurado com o participante sentado em uma cadeira com os pés apoiados no chão foi solicitado que o mesmo com a mão sobre a mesa alcançasse o mais distante que conseguisse sem tirar os glúteos da cadeira, ressaltando que seu tronco estava estabilizado medialmente e os membros inferiores proximalmente por uma faixa para reduzir compensações de movimento. O teste foi realizado três vezes com cada membro superior e uma média foi traçada a fim de identificar o ponto de alcance máximo em que a plataforma de madeira seria fixada na mesa.

Após a estabilização medial do tronco do participante e membro inferior proximalmente (Figura 6), imagens surgiam na tela do computador com as formas geométricas com cores variadas as quais deveriam ser colocadas nos pinos da plataforma de madeira (Figura 7). O

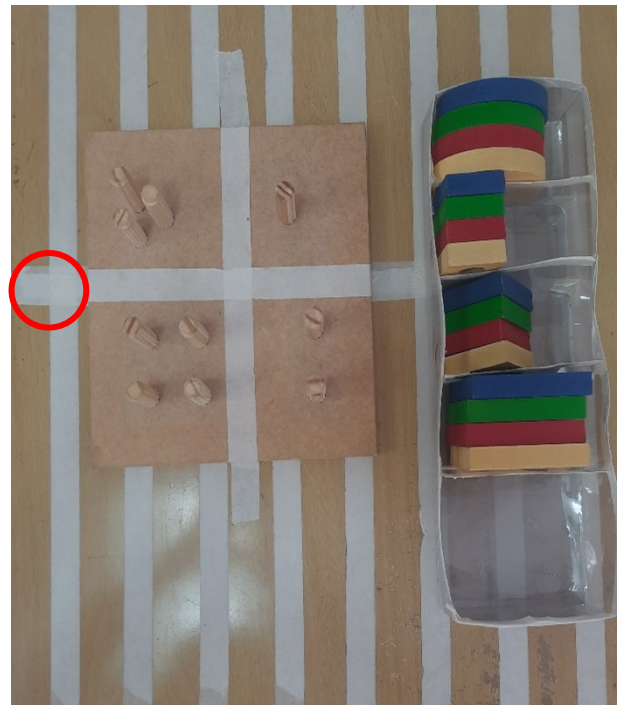
participante tinha dez segundos para memorizar as cores e após o comando o mesmo deveria nomear quais peças queria colocar na plataforma, após a escolha das peças as mesmas eram ofertadas uma de cada vez, ao participante em uma demarcação central conforme a figura 7 antes da plataforma de madeira.

Figura 6: Posicionamento do participante para realização do jogo da memória



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 7: Demarcação central onde eram colocadas as peças para o participante



Fonte: Autoria própria (2022)

O participante foi informado que podia realizar cada etapa do jogo no seu próprio tempo, perante erros o mesmo era contabilizado através de um botão no próprio jogo. As informações do tempo de cada etapa, da distância da plataforma e de erros e acertos foram armazenadas em uma base de dados.

A fim de reduzir a fadiga muscular e também uma provável decepção durante a realização da atividade, o protocolo foi estabelecido durante 15 minutos, sendo assim, o participante tinha cinco minutos para realizar o jogo com qualquer um dos membros de forma alternada ou não, cinco minutos para realizar a atividade com o membro superior não acometido e cinco minutos para realizar as atividades com o membro superior acometido.

O participante do estudo foi selecionado por meio do contato com a Clínica do Curso de Fisioterapia/UFU. Após a triagem, o indivíduo foi informado quanto ao objetivo,

procedimentos, funcionamentos, riscos e benefícios do equipamento, tempo e duração da terapia e do estudo e possibilidade de desistência.

Após os testes iniciais com o participante a terapia foi iniciada, sendo aplicada três vezes por semana com duração de 40 minutos, sendo 10 minutos destinados à preparação da terapia (recepção e acomodação do participante), 15 minutos destinado a terapia com jogo na plataforma robótica, e 15 minutos destinados à execução do jogo memória, tendo duração de seis semanas de intervenção.

4. RESULTADOS

Motor Activity Log – MAL

A MAL foi aplicada a cada duas semanas incluindo avaliação inicial e reavaliação, de modo que a MAL inicial é denominada MAL 1, a MAL aplicada na segunda semana é denominada MAL 2 e assim sucessivamente. O item 24 – escrever no papel foi excluído, visto que o participante sempre escreveu com o membro não afetado. Portanto, os resultados da pesquisa consideram 29 questões da MAL.

Escala quantitativa

De acordo com a análise das respostas na escala quantitativa foi identificado um aumento de 41% nas respostas numéricas na MAL 2 em comparação com a MAL 1. Ademais, constatou-se um aumento de 34% na MAL 3 em comparação com a MAL 2. Na MAL 4 foi observado um aumento de 28% nas respostas numéricas em comparação a MAL 3. Por fim, a MAL 4 apresentou um aumento de 76% nas respostas numéricas em comparação a MAL 1, conforme visualizado na tabela 2. Ou seja, houve uma melhora de 76% dos dados numéricos quantitativos da MAL 4 quando comparada com a MAL 1.

Tabela 2: Comparação da melhora no domínio quantitativo na Escala MAL entre suas aplicações				
Comparações	MAL 2 com a MAL 1	MAL 3 com a MAL 2	MAL 4 com a MAL 3	MAL 4 com a MAL 1
Porcentagem de melhora	41% (12)	34% (10)	28% (8)	76% (22)
Tabela 2: comparações da porcentagem de melhora no domínio quantitativo na Escala MAL entre suas aplicações. O número ao lado da porcentagem corresponde ao número de questões que melhoraram ao comparar a MAL com a escala anterior. * <i>Motor Activity Log: MAL</i>				

Conforme as respostas que se mantiveram iguais foi identificado que 34% das respostas numéricas se mantiveram iguais tanto na MAL 1 quanto na MAL 2. Além disso, 48% das respostas se mantiveram iguais na MAL 2 e MAL 3. Foi analisado que 52% das respostas se mantiveram iguais na MAL 3 e MAL 4, sendo que os dados se mantiveram em valores satisfatórios bom ou regular. Ademais, 17% das respostas numéricas se mantiveram iguais tanto na MAL 1 quanto na MAL 4. Conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Comparação dos resultados que se mantiveram iguais na Escala quantitativa da MAL entre suas aplicações				
Comparações	MAL 2 com a MAL 1	MAL 3 com a MAL 2	MAL 4 com a MAL 3	MAL 4 com a MAL 1
Porcentagem de melhora	34% (10)	48% (14)	52% (15)	17% (5)
Tabela 3: comparação da porcentagem dos resultados de respostas que se mantiveram iguais no domínio quantitativo na Escala MAL entre suas aplicações. O número ao lado da porcentagem corresponde ao número de questões que se mantiveram iguais ao comparar a MAL com a escala anterior. *Motor Activity Log – MAL				

Escala qualitativa

Segundo a análise das respostas na escala qualitativa foi detectado um aumento de 38% nas respostas numéricas da MAL 2 em comparação com a MAL 1. A MAL 3 apresentou um aumento de 62% nas respostas numéricas em comparação com a MAL 2. Ademais, na MAL 4 foi identificado um aumento 34% nas respostas numéricas em comparação com a MAL 3. Por fim, foi identificado um aumento de 66% nas respostas numéricas da MAL 4 em comparação com a MAL 1. Ou seja, houve um aumento na qualidade do uso do membro superior afetado em 66%. Isto está demonstrado na tabela 4.

Tabela 4: Comparação de melhora no domínio qualitativo na Escala MAL entre suas aplicações				
Comparação	MAL 2 com a MAL 1	MAL 3 com a MAL 2	MAL 4 com a MAL 3	MAL 4 com a MAL 1
Porcentagem de melhora	38% (11)	62% (18)	34% (10)	66% (19)
Tabela 4: comparação da porcentagem de melhora no domínio qualitativo na Escala MAL entre suas aplicações. O número ao lado da porcentagem corresponde ao número de questões que melhoraram ao comparar a MAL com a escala anterior. *Motor Activity Log: MAL				

De acordo com as respostas que se mantiveram iguais, foi identificado que 31% das respostas numéricas se mantiveram iguais tanto na MAL 1 quanto na MAL 2. Do mesmo modo

31% das respostas se mantiveram iguais na MAL 2 em comparação com a MAL 3. Ademais, 59% das respostas se mantiveram iguais tanto na MAL 3 quanto na MAL 4. Enquanto, 31% das respostas se mantiveram iguais tanto na MAL 4 quanto na MAL 1. Conforme visualizado na tabela 5.

Tabela 5: Comparação dos resultados que se mantiveram iguais na Escala qualitativa da MAL entre suas aplicações				
Comparações	MAL 2 com a MAL 1	MAL 3 com a MAL 2	MAL 4 com a MAL 3	MAL 4 com a MAL 1
Porcentagem de melhora	31% (9)	31% (9)	59% (17)	31% (9)
Tabela 5: comparação da porcentagem dos resultados de respostas que se mantiveram iguais no domínio qualitativo na Escala MAL entre suas aplicações. O número ao lado da porcentagem corresponde ao número de questões que se mantiveram iguais ao comparar a MAL com a escala anterior. *Motor Activity Log – MAL				

Escala Fulg Meyer

Na avaliação inicial da escala FM no domínio de função manual o participante obteve 55 pontos, sendo considerado um comprometimento funcional marcante. A escala Fugl-Meyer originalmente possui os domínios de membro superior e inferior totalizando 100 pontos, o domínio de membro superior equivale a 66 pontos. Valores menores que 33 pontos indicariam um comprometimento motor severo, 33 a 55 comprometimento marcante, 56 a 62 moderado e 63 a 65 leve. Na reavaliação o participante obteve 63 pontos, caracterizado com comprometimento funcional moderado.

Jogo da memória

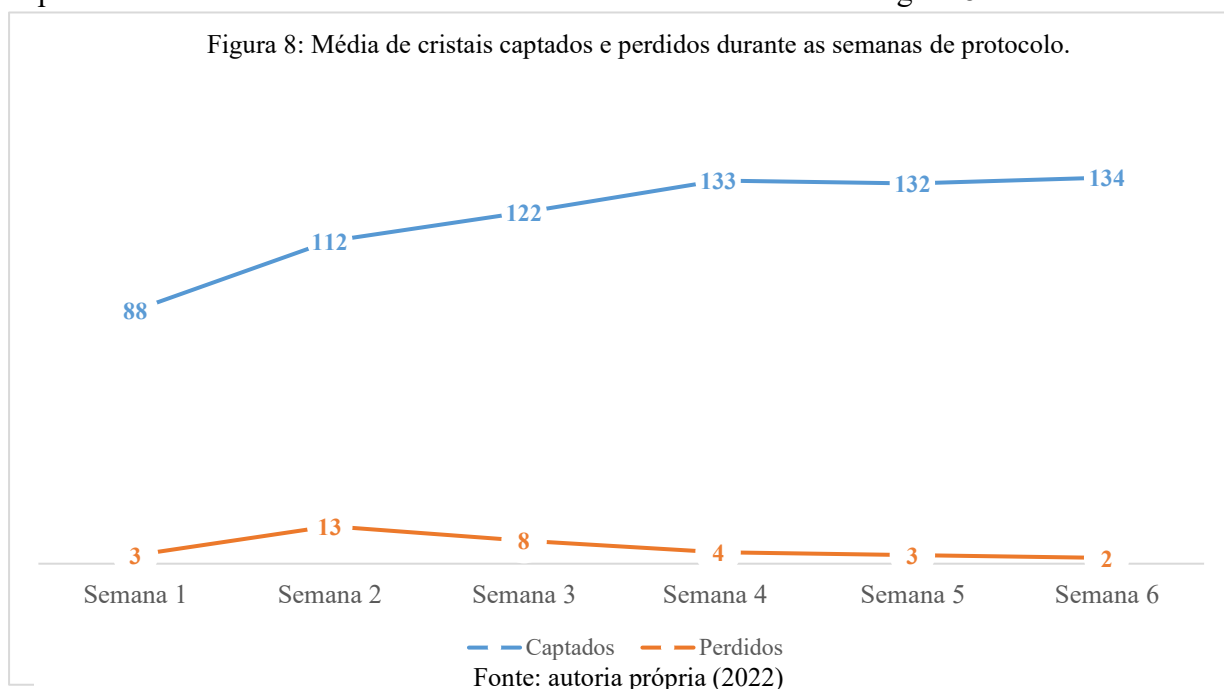
A memória foi avaliada a partir da porcentagem de acertos no jogo. Dessa forma, na primeira semana de protocolo, das 25 fases realizadas o participante apresentou 13 acertos, ou seja, ele obteve uma média de 52% de aproveitamento. Em contrapartida na última semana das 29 fases o participante obteve 24 acertos, totalizando 83% de aproveitamento. Os resultados semanais do jogo da memória estão melhor representados na tabela 6.

Tabela 6: Resultados do jogo da memória			
Semanas de tratamento	Número de tentativas	Número de acertos	Porcentagem de acertos
Semana 1	25	13	52%
Semana 2	26	20	77%
Semana 3	29	22	76%
Semana 4	27	20	74%
Semana 5	27	21	78%
Semana 6	29	24	83%

Tabela 6: Resultados do jogo da memória conforme o número de tentativas e acertos (porcentagem de acertos).

Jogo Minecart

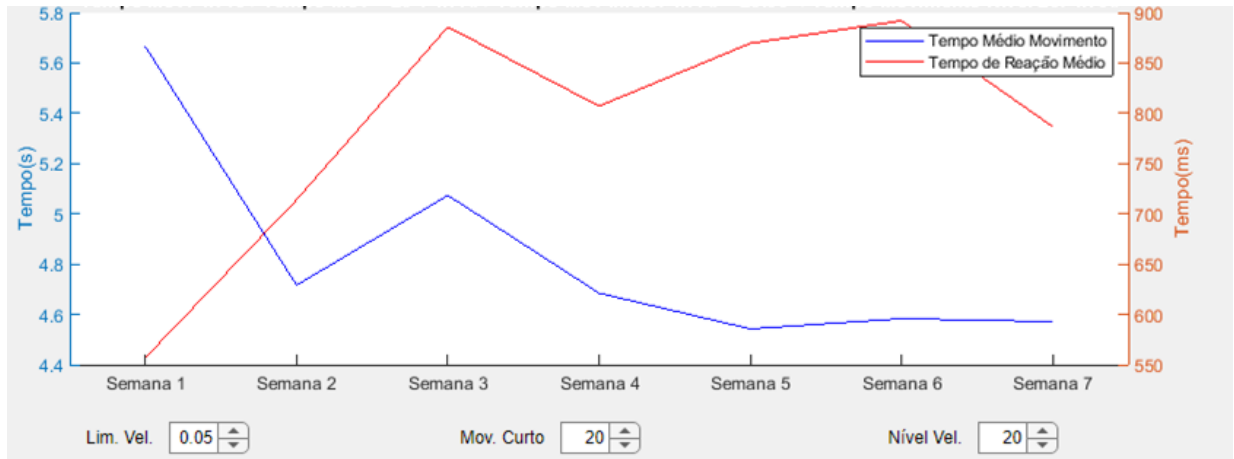
De acordo com os dados obtidos no jogo Minecart foi observado que durante a primeira semana de protocolo o participante captou em média 88 cristais, perdendo aproximadamente 3 cristais, em contrapartida na última semana o participante captou 134 cristais e perdeu aproximadamente 2 cristais. Os dados semanais estão descritos na figura 8.



O tempo de reação do participante na primeira semana de protocolo (semana 2) foi de aproximadamente 700 milissegundos, enquanto que na última semana esse tempo foi cerca de 790 milissegundos (Figura 9). Já o tempo de movimento na primeira semana de protocolo foi de aproximadamente 4,7 segundos, não obstante o tempo de movimento na última semana foi

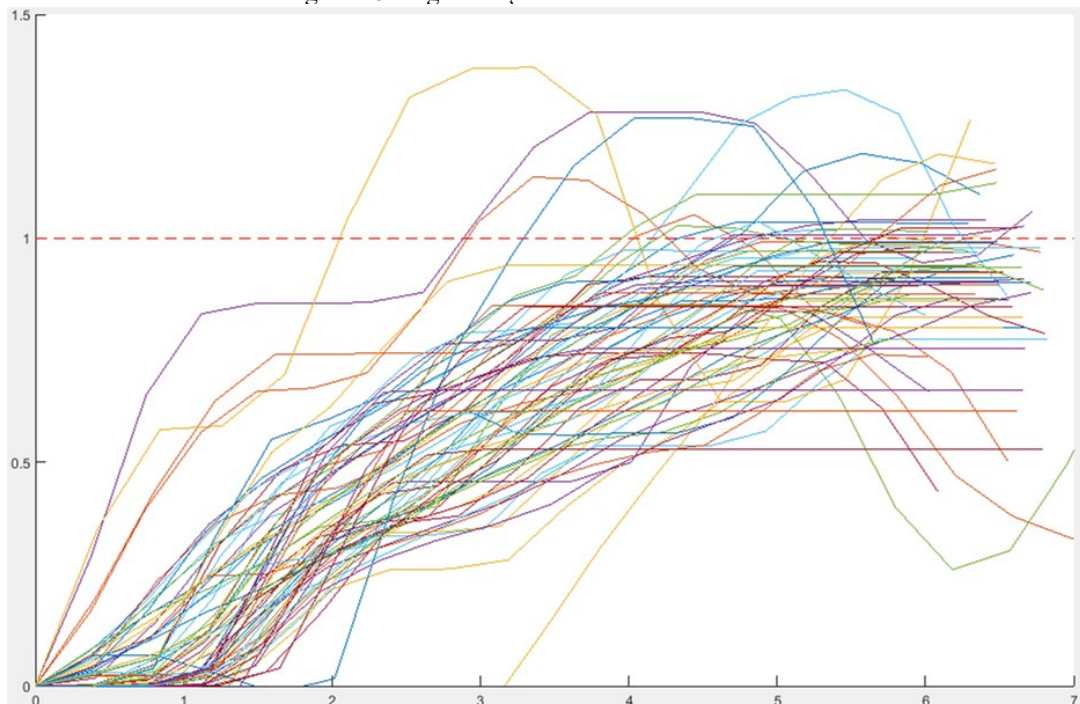
cerca de 4,5 segundos (Figura 9). Foram utilizados os dados da segunda semana, pois esses representam a primeira semana de protocolo, visto que a “semana 1” representa o dados de avaliação inicial. Ao compararmos os gráficos de segmentação do movimento verifica-se que na última semana o mesmo se apresenta mais ordenado quando comparado ao gráfico da primeira semana (Figura 10 e figura 11).

Figura 9: Tempo de reação e tempo de movimento



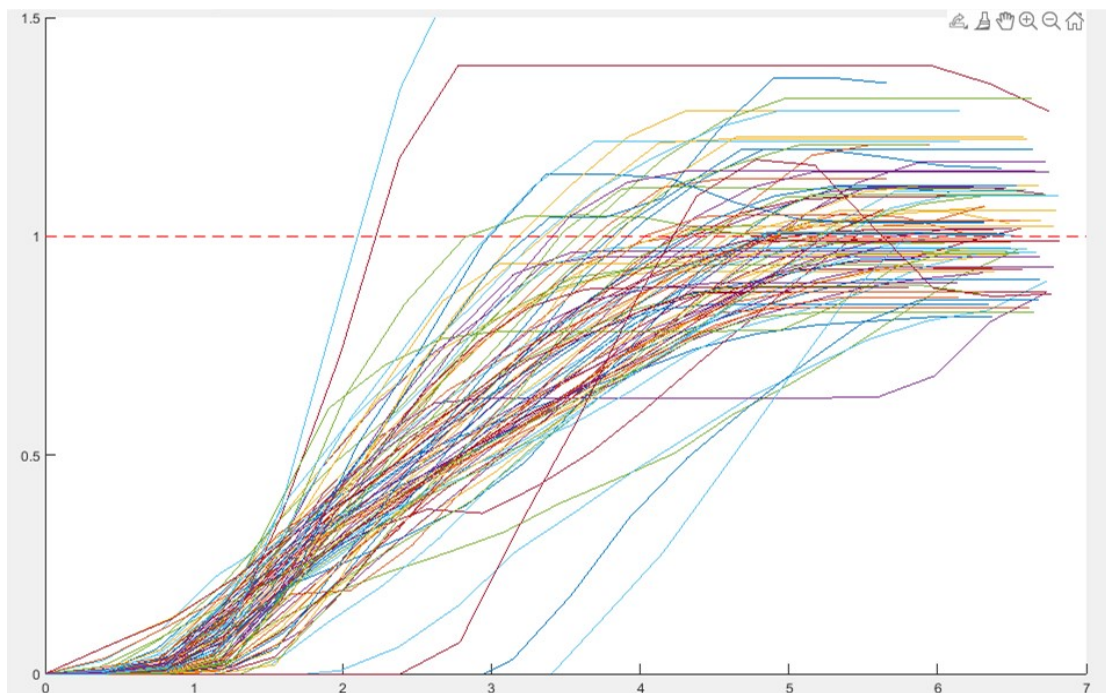
Fonte: autoria própria (2022)

Figura 10: Segmentação do movimento na semana 1



Fonte: autoria própria (2022)

Figura 11: Segmentação do movimento na semana 6



Fonte: autoria própria (2022)

A segmentação do movimento é refletida na organização dos cristais dentro do carro de mineração. Ao decorrer das sessões eles se encontraram mais centralizados dentro do carrinho, como pode ser observado nas figuras a seguir (Figura 12 e figura 13).

Figura 12: Organização dos cristais na primeira



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 13: Organização dos cristais na última

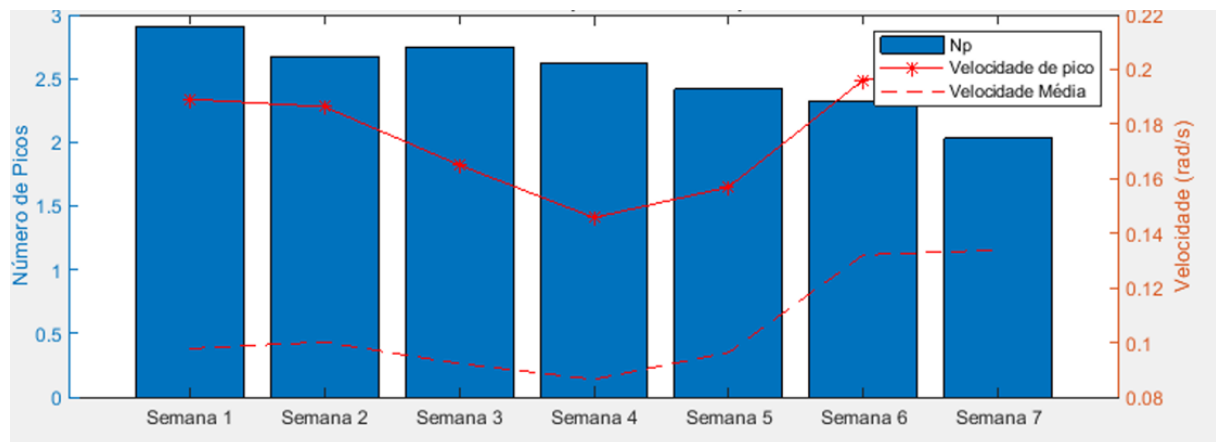


Fonte: Autoria própria (2022)

Através da análise da velocidade foi observado que o participante manteve uma velocidade angular média na primeira semana de protocolo (semana 2) de aproximadamente de

0,100 rad/s, e na última semana de 0,134 rad/s. Em contrapartida a velocidade de pico alcançada na primeira semana foi 0,186 rad/s e na última foi de 0,203 rad/s (Figura 14).

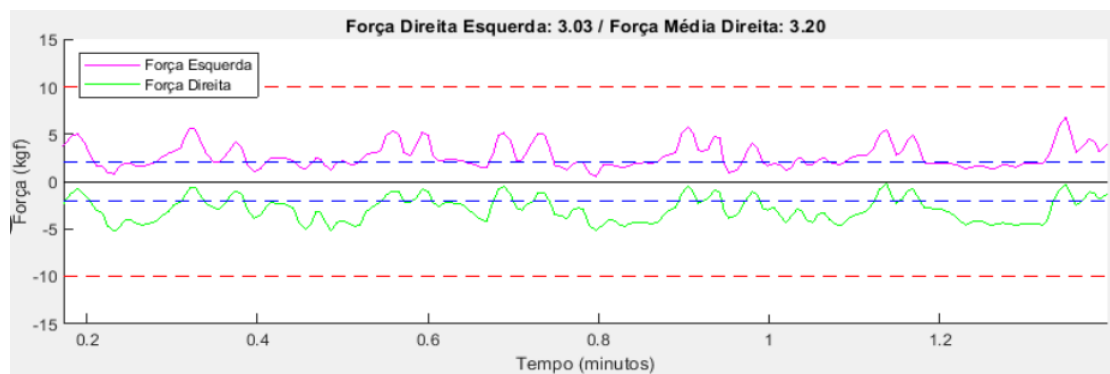
Figura 14: Velocidade média, velocidade de pico e número de pico da velocidade (Np)



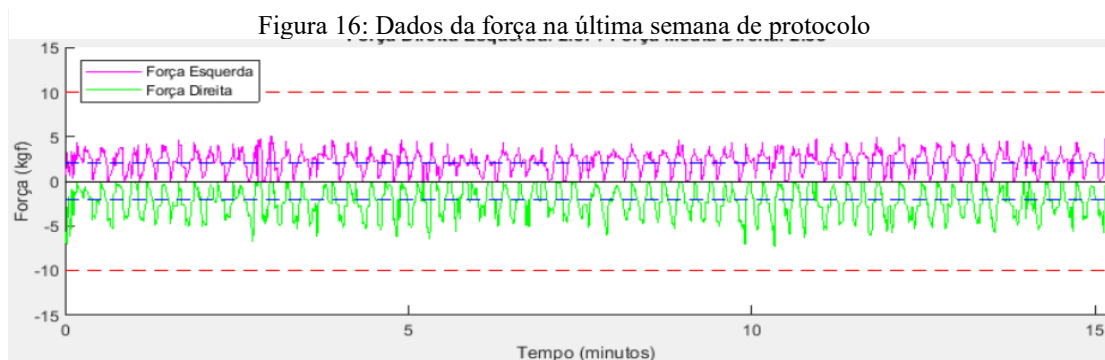
Fonte: autoria própria (2022)

Ao avaliar o parâmetro de força foi identificado que o participante realizou na primeira semana uma força de 3,03 Kgf com o membro superior esquerdo e uma força de 3,20 Kgf com o membro superior direito (Figura 15). Enquanto na última semana os resultados mostraram uma força de 2,87 Kgf com membro superior esquerdo e uma força de 2,88 Kgf com membro superior direito (Figura 16). Esses dados foram coletados a partir da plataforma robótica que contém em sua estrutura células de carga capazes de mensurar esses valores.

Figura 15: Dados da força na primeira semana de protocolo



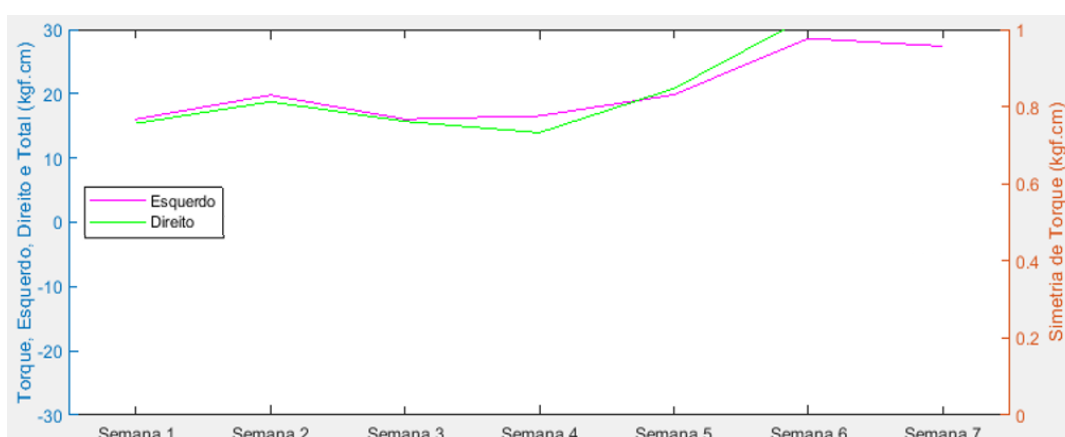
Fonte: autoria própria (2022)



Fonte: autoria própria (2022)

Ao analisar o torque realizado na primeira semana de protocolo (semana 2) foi identificado os seguintes valores: torque esquerdo 19.790 Kgf.cm, torque direito 18.755 Kgf.cm e simetria de torque 1.035 Kgf.cm (Figura 17). Em contrapartida na última semana os valores de torque foram: torque esquerdo 27.376 Kgf.cm, torque direito 31.823 Kgf.cm e simetria de torque – 4.447 Kgf.cm (Figura 17).

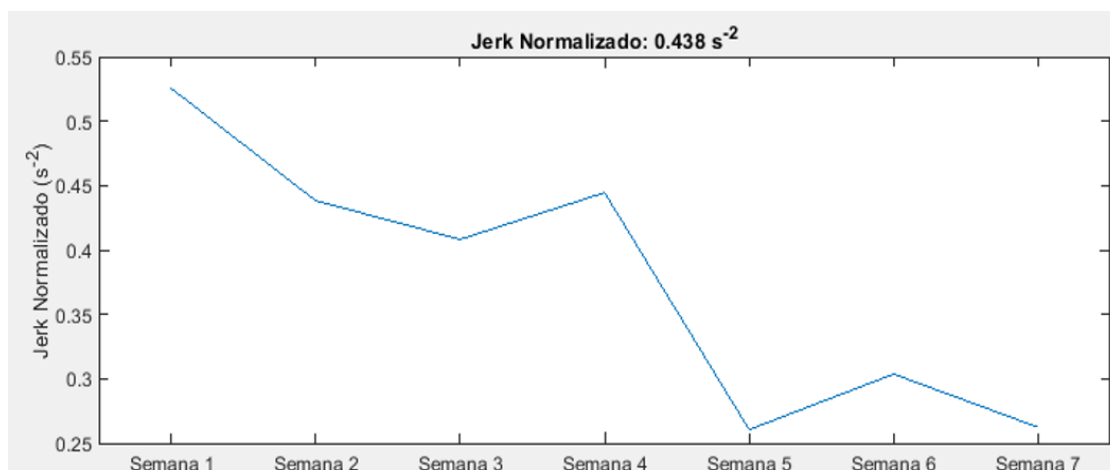
Figura 17: Análise do torque esquerdo, torque direito.



Fonte: autoria própria (2022)

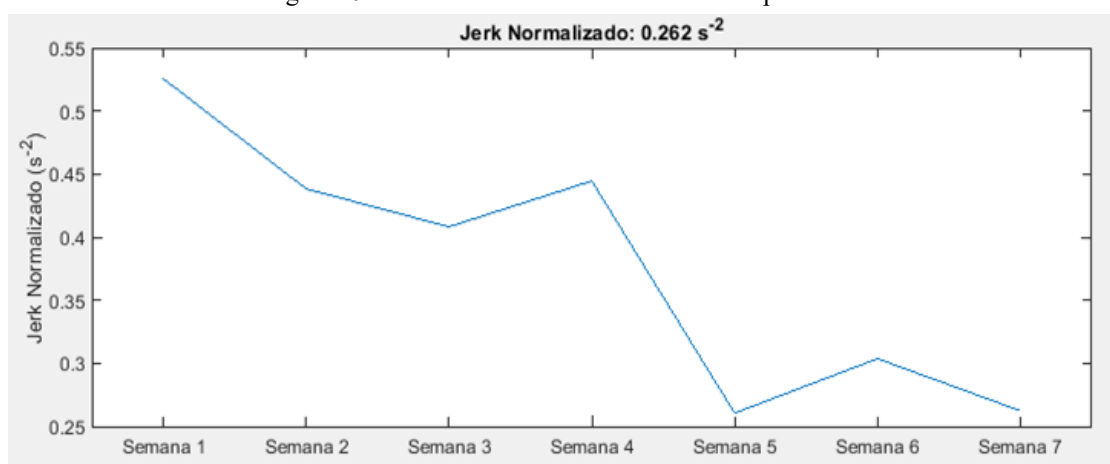
Através da análise dos parâmetros de suavidade do movimento, identificou-se os valores de jerk e número de pico da velocidade. Dessa forma, na primeira semana de protocolo (semana 2) o valor de jerk foi de 0.438 s^{-2} (Figura 18) e o número de pico da velocidade foi de 2.674 (Figura 14), já na última semana o valor de *jerk* foi de 0.262 s^{-2} (Figura 19) e o número de pico da velocidade foi de 2.030 (Figura 14).

Figura 18: Dados do Jerk na semana 1 de protocolo (semana 2)



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 19: Dados de Jerk da última semana de protocolo



Fonte: Autoria própria (2022)

5. DISCUSSÃO

A partir dos resultados da Escala Motor Activity Log foi identificado uma mudança comportamental no uso do membro afetado. Logo, de acordo com a Escala quantitativa houve uma melhora de 76% das respostas numéricas na reavaliação, em comparação com a avaliação inicial, ou seja, 22 itens das 29 questões foram pontuados com resultados melhores em relação ao uso do membro afetado.

Nesse sentido, verificamos que os itens mais bem pontuados foram: item 1 – acender a luz; item 2 – abrir uma gaveta; item 3 – tirar uma peça de roupa da gaveta; item 5 – limpar uma bancada; item 6 – sair do carro; item 7 – abrir a geladeira; item 8 – abrir uma porta pela maçaneta; item 9 – utilizar o controle remoto da TV; item 10 – lavar as mãos; item 11 – ligar e

desligar a torneira da pia; item 12 – secar as mãos; item 13 – colocar as meias; item 15 – calçar os sapatos; item 16 – tirar os sapatos; item 19 – puxar a cadeira para próximo para se sentar; item 20 – pegar um copo; item 22 – passar maquiagem, loção ou creme de barbear; item 23 – usar uma chave para destrancar a porta; item 25 – carregar um objeto na mão; item 27 pentear o cabelo; item 28 – levantar uma xícara pela alça; item 30 – comer um sanduíche ou algo de pegar.

Melhores pontuações nos itens detalhados acima podem indicar que o participante se sentiu motivado para realizar as ações. Em alguns itens o indivíduo não realizava determinadas atividades com membro superior afetado, pois visualizava a ação como difícil antes mesmo de tentar executá-la, infere-se que por exigir força, destreza e coordenação motora fina ou receio de frustração nas tentativas, isto foi presente nos itens: 7, 9, 16, 19, 22 e 27, os quais eram pontuados como “0 – não usei” na escala quantitativa, com a justificativa de “usei o braço não afetado o tempo todo”.

Verificou-se que na escala quantitativa 17% dos resultados se mantiveram iguais, ou seja, 5 itens das 29 questões se mantiveram iguais na reavaliação em comparação a avaliação inicial, entre os quais estão: item 4 – pegar um telefone, pois a participante apresentava um certo grau de surdez em ouvido esquerdo, logo, captava o telefone com a mão não afetada (direita) para leva-lo em direção ao ouvido direito, posto isto, nunca utilizava a mão afetada para capturar o telefone; item 14 – tirar as meias por possuir o hábito de tirar as meias de forma alternada utilizando ambas as mãos com a mesma frequência; item 17 – levantar de uma cadeira com apoio devido ao fato de sempre se apoiar com ambas as mãos para se levar, com a mesma frequência; item 21 – escovar os dentes; item 26 – usar um garfo ou colher para se alimentar, os dois últimos itens foram pontuados em ambas as escalas como “0 – não usei” devido ao fato do participante ser destro e sempre utilizar a mão não afetada (direita) para realizar tais atividades.

Em resumo, houve uma melhora na quantidade de vezes que se utilizou o membro afetado identificado pela Escala MAL, assim como no artigo de Kim (2021), entretanto o denominado artigo utilizou a estimulação transcraniana dupla por corrente contínua e terapia de movimento induzida por restrição modificada para trabalhar a função do membro superior após o AVC. Diferentemente do protocolo robótico, o referido estudo realizou um ensaio clínico com 30 indivíduos randomizados em grupo experimental e controle, durante 50 minutos,

5 vezes por semana ao longo de 4 semanas. No estudo de Kim (2021) não foi identificado uma melhora significativa na Escala qualitativa da MAL em ambos os grupos, porém constatou-se uma melhora significativa na Escala quantitativa no grupo experimental. Ou seja, o estudo de Kim (2021) promoveu a mudança comportamental assim como a presente pesquisa.

Baseado na análise das respostas numéricas na Escala qualitativa da Motor Activity Log constatou-se que o participante apresentou uma melhora na qualidade dos movimentos presentes nos itens da escala. Conforme, a Escala qualitativa houve uma melhora de 66% das respostas numéricas na reavaliação, em comparação com a avaliação inicial, ou seja, 19 itens das 29 questões foram pontuados com resultados melhores em relação a qualidade do movimento com o membro afetado.

Posto isto, os itens mais bem pontuados foram: item 1 – ascender a luz pelo interruptor; item 2 – abrir uma gaveta; item 5 – limpar a bancada; item 6 – sair do carro; item 7 – abrir a geladeira; item 8 – abrir uma porta utilizando a maçaneta; item 9 – utilizar o controle remoto da TV; item 12 – secar as mãos; item 13 – colocar as meias; item 14 – tirar as meias; item 15 – calçar os sapatos; item 16 – tirar os sapatos; item 17 – levantar de uma cadeira com apoio; item 19 – puxar a cadeira da mesa para próximo para se sentar; item 20 – pegar um copo; item 22 – passar maquiagem, loção ou creme de barbear; item 25 – carregar um objeto; item 27 – pentear o cabelo; item 30 – comer um sanduiche ou algo de pegar.

Dessa forma, acredita-se que a melhora nesses movimentos seja justificada pelo fato da altura do equipamento robótico corresponder à altura aproximada do interruptor de luz na casa do participante, logo, a repetição da atividade no equipamento propiciou a melhora na qualidade do movimento de flexão e extensão de ombros, punhos e dedos presentes no item 1. Somado a isto, no jogo da memória era constantemente realizado o movimento de flexão e extensão de cotovelo e isto propiciou a melhora dos itens 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 19 e 25. Além disso, para segurar a barra do equipamento robótico era necessário realizar o alcance com preensão palmar plena, enquanto, que no jogo da memória era realizado o alcance com movimento de pinça, a repetição desses movimentos pode ser associada a melhora em movimentos similares como ocorre nos itens 2, 8, 9 e 20. Ademais, para realizar o jogo minecart foi necessário coordenar os movimentos de inclinação da barra do equipamento para direcioná-la para lado desejado, sendo assim, trabalhou-se coordenação ao longo do protocolo isto justifica a melhora nos itens

12, 22, 27 e 30, os quais dependem da melhora dos movimentos que já foram citados anterior e principalmente de coordenação motora.

Em vista disto, os itens destaque na escala numérica qualitativa foram: item 8, item 22, item 27 e item 30, os quais foram pontuados inicialmente como “0 – o braço mais fraco não foi usado de forma alguma para aquela atividade”. Observa-se que ambos dependiam de coordenação motora.

Observou-se que na escala qualitativa 31% dos resultados se mantiveram iguais, ou seja, 9 itens das 29 questões se mantiveram iguais na reavaliação em comparação a avaliação inicial, entre os quais estão: item 3 – tirar uma peça de roupa da gaveta; item 4 – pegar um telefone; item 10 – lavar as mãos; item 11 – ligar e desligar a torneira da pia; item 18 – puxar a cadeira da mesa antes de sentar; item 21 – escovar os dentes; item 23 – usar uma chave para destrancar a porta; item 26 – usar um garfo ou uma colher para se alimentar; item 28 – levantar uma xícara pela alça. De acordo com a percepção do paciente apesar dos itens 3, 10, 11, 23 e 28, apresentarem melhora em relação a quantidade de vezes do uso do membro afetado na atividade, os mesmos mantiveram a qualidade desses movimentos iguais ao comparar as escalas.

Os resultados dessa pesquisa sobre a qualidade do movimento na Escala MAL foram diferentes de um artigo de Borstad *et al.* (2018) em que verificou-se a aplicabilidade de uma terapia de movimento induzida por restrição via jogo de realidade virtual a domicílio, com 17 indivíduos com hemiparesia crônica, durante 10 dias através de jogos em uma plataforma flexível de software chamado Recovery Rapids (durante 3 horas por dia sem supervisão). Com foco na prática motora de alta repetição utilizando jogos de realidade virtual, restrição do braço mais forte através de uma luva de contensão acolchoada e um pacote de transferência para reforçar o uso do braço, os resultados deste estudo não foram significativos sobre a qualidade do movimento na Escala MAL, devido a não supervisão que resultou em desmotivação para responder as perguntas. Ou seja, a supervisão possui um importante papel no estímulo as respostas da escala.

Em suma, o participante movimentou o membro afetado mais vezes, assim como observou-se uma melhor qualidade desses movimentos nas AVDs, durante a vigência do protocolo, à vista disso, infere-se que houve a reversão da teoria do não uso aprendido. Portanto,

a terapia foi motivacional a ponto de superar o não uso aprendido, de tal forma que o indivíduo negligenciou menos o membro.

De acordo com avaliação funcional através da escala Fugl-Meyer foi possível analisar uma melhora na função manual do participante, visto que na avaliação inicial o mesmo era caracterizado com um comprometimento marcante da função de membros superiores diferentemente da reavaliação em que o paciente foi classificado com um comprometimento leve. Sendo assim, os achados desse estudo se assemelham ao de Adomavičienė *et al.* (2019), que utilizou protocolos de tratamento com duas tecnologias de reabilitação distintas, obtendo resultados positivos através da avaliação da Escala Fugl-Meyer em ambas. Nesse estudo foi mostrado que houve melhoras na mobilidade e funcionalidade do membro superior acometido, assim como no aparecimento de sinergias e em cada um dos movimentos realizados isoladamente. Da mesma forma, na presente pesquisa houve melhoras nos seguintes subitens da escala: sinergia flexora de ombro, flexão de ombro de 0 a 90°, circundução, adução do polegar, dismetria e tremor.

Ao avaliar os resultados obtidos pelo jogo de memória foi possível observar que houve uma melhora na memória, dado que o aproveitamento do jogo evoluiu de 52% para 83%, ou seja, houve uma melhora de 31% no resultado final. Assim como no estudo de Chon e Lee (2019) em que foi identificado uma melhora da atenção e memória na função cognitiva de adultos com diagnóstico de AVC agudo após serem submetidos a um treinamento cognitivo computadorizado e/ ou treinamento em realidade virtual por 30 minutos, 5 vezes por semana, durante 4 semanas. Além disso, foi perceptível que durante o protocolo o participante realizou mais níveis ao decorrer do tempo, demonstrando mais velocidade e precisão durante o movimento de colocar as peças na plataforma, pois, no início o mesmo realizava 25 fases enquanto ao final realizava 29 fases, dentro dos 15 minutos de protocolo.

Ao analisar os dados obtidos através do jogo Minecart, foi possível observar uma melhora no desempenho do participante durante o protocolo, devido a captação de um maior número de cristais e perda de menos cristais. Ademais, o tempo de movimento definido como o tempo gasto pelo participante para movimentar a barra e consequentemente o carrinho de mineração até o cristal reduziu, mostrando que o mesmo realizou a movimentação de forma mais rápida. Porém, o tempo de reação que corresponde ao tempo gasto pelo participante para iniciar o movimento ao notar o cristal aumentou. Esse dado pode sinalizar que o participante

adquiriu um maior controle do equipamento, por ter se adaptado ao jogo, sabendo a movimentação e o tempo necessários para atingir o alvo. Essa informação pode ser validada ao comparar os gráficos de segmentação do movimento da primeira e última semana, que demonstra a organização do movimento realizado para alcançar os cristais, que reflete na própria organização dos cristais dentro do carro de mineração, visto que ao decorrer do protocolo o participante centralizou mais o carrinho em relação ao cristal na hora de capturá-lo.

Por meio da análise das velocidades percebeu-se que os movimentos realizados pelo participante durante o protocolo tornaram-se mais rápidos, devido ao aumento da velocidade média e velocidade de pico, o mesmo ocorreu em um estudo de Kiper *et al.* (2018). A velocidade média representa a velocidade de rotação da barra durante a realização do movimento, enquanto a velocidade de pico é a máxima velocidade atingida durante uma sessão do protocolo. Pode-se associar o aumento da velocidade no jogo *Minecart* ao aumento da velocidade no jogo da memória, demonstrando que o participante adquiriu maior controle do movimento em ambas as atividades.

De acordo com Kiper *et al.* (2018) foi avaliado a eficácia da realidade virtual para reabilitação de membros superiores em AVC subagudo e crônico, através de um ensaio clínico controlado, com 136 participantes, randomizados em dois grupos, sendo um grupo controle submetido apenas a reabilitação convencional em que o indivíduo realizava um programa de exercícios orientados a tarefas individuais (como exercício de flexão, abdução e adução de ombro, exercício de alcance, entre outros) e um grupo experimental submetido a reabilitação convencional associada a reabilitação virtual, na qual o participante permanecia sentado visualizando uma tela de computador, enquanto segurava um objeto real sensorial (como bola, disco ou vidro) com a mão parética, em seguida realizava uma lista de tarefas motoras disponíveis na biblioteca no computador (como mover uma bola executando flexão de cotovelo no plano vertical, usar um martelo, derramar água de um copo, entre outros os quais eram projetados na tela do computador). Durante as tarefas sinais acústicos e uma voz digital forneciam informações sobre a exatidão de execução do movimento.

Segundo Kiper *et al.* (2018) ambos os grupos eram submetidos a 2 horas diárias de terapia, 5 vezes por semana durante 4 semanas, sendo que o grupo experimental realizava 1 hora de terapia convencional e 1 hora de terapia com reabilitação virtual. Ademais, foi realizado

uma avaliação cinemática durante a execução das tarefas solicitadas, com ambos os grupos, a fim de verificar a duração média dos movimentos (considerado como tempo), velocidade linear média e número de submovimentos (considerados como velocidade de pico). Com isso, constatou-se que os resultados cinemáticos melhoraram em ambos os grupos após o tratamento, contudo o ganho no grupo controle foi menor em comparação com o experimental. Portanto, conforme o estudo de Kiper *et al.* (2018) foi verificado um aumento maior tanto da velocidade linear média dos movimentos quanto da velocidade de pico, enquanto, houve uma redução do tempo durante a execução das tarefas no grupo experimental.

Os resultados de Kiper *et al.* (2018) foram similares aos resultados desta pesquisa, apesar da diferença entre os estudos em relação tipo de estudo, número populacional, forma de aplicação da terapia, forma de avaliação e tempo de protocolo. Além disso, este protocolo foi realizava por meio do treinamento bimanual diferentemente da pesquisa de Kiper *et al.* (2018). Contudo, ambos os estudos apresentam que a reabilitação por meio da realidade virtual associada a terapia convencional é eficaz na reabilitação de membro superior de indivíduos pós-AVC.

Os dados de força coletados evidenciaram que houve uma redução da força imposta na barra por ambos os membros superiores ao longo do protocolo. Em contrapartida a simetria da força entre os membros foi maior ao final do protocolo, isso demonstra que apesar de não haver o aumento de força o participante demonstrou melhor controle da imposição da força sobre a barra, o que explicaria uma redução dos valores de força coletados. Apesar dos resultados negativos de ganho de força, os mesmos tendem a demonstrar que o participante adquiriu um melhor controle do movimento no equipamento, dado que, para a movimentação da barra não é necessário força, mas sim, simetria de movimento. Esse dado reflete na melhora da atividade bimanual, visto que, houve um ganho de simetria de força ao final do protocolo, demonstrando que o participante utilizou ambos os membros superiores com a mesma intensidade.

O torque analisa o sentido do esforço realizado pelo participante na barra, ou seja, se o esforço está sendo realizado no sentido a favor do cristal ou contrário. Valores maiores de torque indicam que a força está sendo aplicada a favor do cristal, em contrapartida valores menores indicam que a força está sendo aplicada contrária ao cristal. Verificou-se que ao longo do protocolo houve um aumento nos valores de torque de ambos os membros superiores, em resumo ao longo do protocolo o participante direcionou o movimento mais vezes a favor do

cristal. Demonstrando maior controle de movimento, que se refletiu até na quantidade de cristais coletados e perdidos, que aumentaram e reduziram respectivamente.

A suavidade do movimento corresponde a fluidez com que o participante movimenta a barra, e é analisada através do *jerk* e o número de pico da velocidade. O primeiro representa a variação da aceleração, ou seja, o quão rápido ele acelera e desacelera o movimento, já o número de pico da velocidade representa a fragmentação do movimento durante a sessão. Espera-se que os valores de ambos diminuam ao longo tempo demonstrando maior suavidade do movimento, consequentemente movimento mais contínuo e controlado, conforme foi observado nos resultados coletados com a pesquisa.

Dessa forma, foi possível analisar uma melhora na funcionalidade do participante após o tempo de protocolo com uso da terapia robótica, o que é visto também no estudo de Gonçalves *et al.* (2018) onde é demonstrado que o uso da realidade virtual como forma de terapia parece apresentar um impacto positivo na plasticidade cerebral reduzindo assim déficits motores. Esse estudo comprovou ainda que a associação da realidade virtual e a reabilitação fisioterapêutica convencional apresentaram impactos positivos tanto na funcionalidade quanto na destreza do membro superior. Ao dispor o indivíduo a atividades em um equipamento robótico que necessita do controle de membro superior e preensão, estamos estimulando mecanismos neurais de feedback, que associados a referências visuais, com metas a serem atingidas estimulam a realização de movimentos complexos de destreza dos membros superiores, além de ativar áreas no sistema nervoso central responsáveis por uma melhora progressiva do aprendizado motor.

Ademais, estudos como de August *et al.* (2006) mostram que o ambiente de realidade virtual expõem o indivíduo a experiências que ativam várias regiões do cérebro associadas a habilidades motoras. Segundo End *et al.* (2007), quando pessoas são expostas a realizarem movimentos espelhados, há um aumento na taxa de disparo nas regiões do córtex sensorio motor. A realidade virtual permite a interação entre um cenário virtual que corresponde ao movimento realizado no ambiente físico, sendo assim, a movimentação realizada pelo sujeito e representada pelo avatar do jogo (no caso o carro de mineração) pode aumentar a taxa de disparo dos neurônios espelho, devido à realização de movimentos espelhados.

6. CONCLUSÃO

O presente protocolo identificou uma mudança comportamental significativa sobre o maior uso do membro superior afetado, além disso, houve uma melhora na função manual que foi refletida nos resultados obtidos tanto no jogo *Minecart* com a melhora dos resultados observados quanto no jogo da memória, dado que o último foi realizado de forma mais rápida demonstrando um melhor controle manual e precisão de movimentos. Sendo assim, foi demonstrado uma melhora da ação bimanual devido a simetria de força alcançada ao final do protocolo. Ademais, foi evidenciado uma melhora significativa da memória com o uso do jogo destinado ao seu treinamento. Posto isto, a terapia com realidade virtual pode ser associada a terapia convencional por ser motivacional e desafiadora ao ponto de estimular o uso do membro afetado ocasionando melhora da funcionalidade do indivíduo, visto que, otimiza a realização das atividades de vida diária. Portanto o protocolo foi eficiente para melhorar a função manual e memória de um indivíduo com sequelas de AVC. Contudo são necessários mais estudos para comprovar os resultados observados, com uma população de estudo mais robusta e presença de grupo controle.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOMAVIČIENĖ, Aušra et al. Influence of New Technologies on Post-Stroke Rehabilitation: A Comparison of Arneo Spring to the Kinect System. **Medicina (Kaunas)**, [s. l.], 9 abr. 2019. DOI 10.3390/medicina55040098. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6524064/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ALVES, Thiago. **Desenvolvimento da Estrutura Robótica Atuada por Cabo para Reabilitação Bimanual no Corpo Humano**. Orientador: Rogério Sales Gonçalves. 2018. 198 p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/2539>. Acesso em: 19 set. 2021.

AUGUST K, Lewis JA, Chandar G, Merians A, Biswal B, Adamovich S. FMRI analysis of neural mechanisms underlying rehabilitation in virtual reality: activating secondary motor areas. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.** 2006;2006:3692-3695. doi:10.1109/IEMBS.2006.260144 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17946197/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BORSTAD, Alexandra L et al. Constraint-induced movement therapy home delivery via virtual reality games. **Journal of Patient-Centered Research and Reviews** , [s. l.], v. 5, ed. 1, p. 6-17, 2018. DOI 10.17294/2330-0698.1550. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31413992/> . Acesso em: 11 fev. 2023.

BOTELHO, Thyago de Sousa et al. Epidemiologia do acidente vascular cerebral no Brasil. **Temas em Saúde**, [s. l.], 22 dez. 2020. Disponível em: <https://temasemsaude.com/wp-content/uploads/2016/08/16221.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Diretrizes de Atenção à Reabilitação da Pessoa com Acidente Vascular Cerebral. Brasília, DF, 2013.

CARAMENTI, Martina et al. Challenges in Neurorehabilitation and Neural. **Engineering. Emerging Therapies in Neurorehabilitation II**, [S. l.], 2015. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-24901-8_1. Disponível em:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-24901-8_1#citeas. Acesso em: 6 set. 2022.

CHEN, Yuping *et al.* Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Phys Ther.**, [s. l.], 1 jan. 2018. DOI 10.1093/ptj/pzx107. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29088476/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

CHO, Dong-Rae; LEE, Sang-Heon. Effects of virtual reality immersive training with computerized cognitive training on cognitive function and activities of daily living performance in patients with acute stage stroke: A preliminary randomized controlled trial. **Medicine (Baltimore)**, [s. l.], v. 98, ed. 11, 2019. DOI 10.1097/MD.00000000000014752. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30882644/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

EKSTRAND, Elisabeth *et al.* Perceived ability to perform daily hand activities after stroke and associated factors: a cross-sectional study. **BMC Neurology**, [s. l.], 2016. DOI 10.1186/s12883-016-0733-x. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5093923/>. Acesso em: 10 nov. 2022.

ENG, K., Siekierka, E., Pyk, P. et al. Interactive visuo-motor therapy system for stroke rehabilitation. **Med Bio Eng Comput** 45, 901–907 (2007). <https://doi.org/10.1007/s11517-007-0239-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11517-007-0239-1#citeas>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FEIGIN *et al.* GBD Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet**. Sep 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1473-4422(21)00252-0). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8443449/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

FUGL-MEYER *et al.*, Axel R. The post storke hemiplegic patient: 1. A method for evaluation of physical performance.. **Scand J Rehab Med**, [s. l.], 1975

GAGLIARDI, Chiara *et al.* Immersive Virtual Reality to Improve Walking Abilities in Cerebral Palsy: A Pilot Study. **Ann Biomed Eng.**, [s. l.], v. 46, ed. 9, p. 1376-1384, 27 abr. 2018. DOI 10.1007/s10439-018-2039-1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29704186/>. Acesso em: 26 ago. 2021

GONÇALVES, Maicon Gabriel *et al.* Effects of virtual reality therapy on upper limb function after stroke and the role of neuroimaging as a predictor of a better response. **Arq Neuropsiquiatr**, [s. l.], 29 jun. 2018. DOI <https://doi.org/10.1590/0004-282X20180104>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/SyQZGwx5PNQ49Ch4SdZrfvC/?lang=en#>. Acesso em: 20 jan. 2023.

HOCHSTENCACH-WAELEN, Amanda; SEELEN, Henk AM. Embracing change: practical and theoretical considerations for successful implementation of technology assisting upper limb training in stroke. **Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation**, [s. l.], 2 ago. 2012. DOI <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-52>. Disponível em: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-9-52#citeas>. Acesso em: 15 jul. 2021.

HUO, Kang *et al.* Reduction of neuroinflammation alleviated mouse post bone fracture and stroke memory dysfunction. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, [s. l.], v. 41, ed. 9, p. 2162-2173, 2021. DOI 10.1177/0271678X21996177. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8393305/> . Acesso em: 7 dez. 2022.

KIM, Sun Ho. Effects of Dual Transcranial Direct Current Stimulation and Modified Constraint-Induced Movement Therapy to Improve Upper-Limb Function after Stroke: A Double-Blinded, Pilot Randomized Controlled Trial. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, [s. l.], v. 30, ed. 9, 2021. DOI 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105928. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34256199/> . Acesso em: 12 fev. 2023.

KIN, Kyung-Hun; JANG, Sang-Hun. Effects of Task-Specific Training after Cognitive Sensorimotor Exercise on Proprioception, Spasticity, and Gait Speed in Stroke Patients: A Randomized Controlled Study. **Medicina (Kaunas)**, [s. l.], 13 out. 2021. DOI

10.3390/medicina57101098. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8541560/> . Acesso em: 4 dez. 2022.

KIPER, Pawel *et al.* Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation in Subacute and Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. **Physcal Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], p. 834-842, 2018. DOI 10.1016/j.apmr.2018.01.023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29453980/> . Acesso em: 13 fev. 2023.

LANG, Chatherine E *et al.* Counting repetitions: an observational study of outpatient therapy for people with hemiparesis post-stroke. **J Neurol Phys Ther**, [s. l.], v. 31, ed. 1, p. 3-10, 31 mar. 2007. DOI 10.1097/01.npt.0000260568.31746.34. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17419883/> . Acesso em: 4 set. 2021.

LEWIS, Gwyn N; ROSIE, Juliet A. Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users?. **Disability and Rehabilitation**, [S.I], v. 34, ed. 22, p. 1880-1886, 2012. DOI 10.3109/09638288.2012.670036. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/09638288.2012.670036>. Acesso em: 9 jul. 2021.

LIAW, Mei-Yun *et al.* Respiratory muscle training in stroke patients with respiratory muscle weakness, dysphagia, and dysarthria – a prospective randomized trial. **Medicine (Baltimore)**, [s. l.], 6 mar. 2020. DOI 10.1097/MD.00000000000019337. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7478702/#R1>. Acesso em: 4 dez. 2022.

MAKI, T *et al.* Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de fugl-meyer no brasil. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [s. l.], 2006.

MAKKI, Daoud *et al.* Prevalence and pattern of upper limb involvement in cerebral palsy. **Journal of Childrens Orthopaedics** [S.I], p. 215–219, 2014. DOI 10.1007/s11832-014-0593-0. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4142879/pdf/11832_2014_Article_593.pdf. Acesso em: 4 jul. 2022.

MARCHESE, Giorgia *et al.* Modified Functional Reach Test: Upper-Body Kinematics

and Muscular Activity in Chronic Stroke Survivors. **Sensors Journal** , [s. l.], 29 dez. 2021.

MEHROLZ, Jan *et al.* Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, [s. l.], 3 set. 2018. DOI 10.1002/14651858.CD006876.pub5. Disponível em: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006876.pub5/full?>.

Acesso em: 1 set. 2021.

MUMFORD, Nick; WILSON, Peter H. Virtual reality in acquired brain injury upper limb rehabilitation: Evidence-based evaluation of clinical research. **Brain Injury**, [s. l.], v. 23, ed. 3, p. 179-191, 3 jul. 2009. DOI 10.1080/02699050802695566. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02699050802695566?journalCode=ibij20>. Acesso em: 1 set. 2021.

NUDO, RANDOLPH J. *et al.* Neural Substrates for the Effects of Rehabilitative Training on Motor Recovery After Ischemic Infarct. **Science**, [S.I.], v. 272, p. 1791-1794, 1996. DOI 10.1126/science.272.5269.1791. Disponível em: https://www.science.org/doi/10.1126/science.272.5269.1791?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed&. Acesso em: 7 jul. 2022.

PEREIRA, Natalia Duarte *et al.* Motor Activity Log-Brazil: reliability and relationships with motor impairments in individuals with chronic stroke. **Neuropsychiatry Archives**, [s. l.], v. 70, ed. 3, 2012. DOI 10.1590/s0004-282x2012000300008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22392112/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

PERSSON, Hanna C *et al.* Outcome and upper extremity function within 72 hours after first occasion of stroke in an unselected population at a stroke unit. A part of the SALGOT study. **BMC Neurology**, [s. l.], 2012. DOI 10.1186/1471-2377-12-162. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3554428/>. Acesso em: 8 nov. 2022.

RAHAYU, Umi Budi *et al.* Effectiveness of physiotherapy interventions in brain plasticity, balance and functional ability in stroke survivors: A randomized controlled

trial. **Neuro Rehabilitation**, [s. l.], 22 dez. 2020. DOI 10.3233/NRE-203210. Disponível em: <https://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre203210>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SACCO, Ralph L *et al.* An Updated Definition of Stroke for the 21st Century: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. **Journal of the american heart association**, [s. l.], 7 maio 2013. DOI 10.1161/STR.0b013e318296aeca. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23652265/#:~:text=Central%20nervous%20system%20infarction%20occurs,definition%20causes%20no%20known%20symptoms>. Acesso em: 7 nov. 2022.

SCHMITZ, Thomas J. Avaliação da coordenação. In: O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento**. 5. ed. Barueri - SP: Manole Ltda., 2010. cap. 7, p. 209-240. ISBN 978-85-204-2630-2.

TAUB, E *et al.* Technique to improve chronic motor deficit after stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], p. 347-354, 1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8466415/>. Acesso em: 8 jul. 2021.

WANG, Qianyi *et al.* Changes in Memory Before and After Stroke Differ by Age and Sex, but not by Race. **Cerebrovascular diseases**, [s. l.], v. 37, ed. 4, p. 235-243, 2014. DOI 10.1159/000357557. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24686293/>. Acesso em: 6 dez. 2022.

WINSTEIN, Carolee J *et al.* Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, [s. l.], v. 17, ed. 3, 2003. DOI 10.1177/0888439003255511. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14503435/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

ZHANG, Chao *et al.* Robotic approaches for the rehabilitation of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Rehabilitation Research**, [s. l.], 2017. DOI 10.1097/MRR.0000000000000204. Disponível em: 31

https://journals.lww.com/intjrehabilres/Abstract/2017/03000/Robotic_approaches_for_the_rehabilitation_of_upper.3.aspx. Acesso em: 1 set. 2021.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO MODELO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Efeito de um protocolo de reabilitação por meio de dispositivo robótico sobre a função manual de adultos com sequelas de Acidente Vascular Cerebral”, sob a responsabilidade dos pesquisadores, Profº Drº Marcos Seizo Kishi, UFU, Andréia Machado Santos, UFU, e Isabelle Andrade Almeida, UFU. Nesta pesquisa buscamos analisar o efeito de um protocolo de tratamento por um dispositivo robótico que será utilizado para a reabilitação de adultos com sequelas neurológicas que prejudiquem a movimentação das articulações de membro superior, em especial de indivíduos que foram acometidos por AVC.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Andréia Machado Santos e Isabelle Andrade Almeida, na Clínica de Fisioterapia, localizada na Av. Cipriano Del Favero, Centro, Uberlândia - MG. O termo será entregue e assinado antes de qualquer intervenção, método de avaliação ou coleta de dados realizado pelos pesquisadores. Toda e qualquer intervenção será realizada por um profissional habilitado para tal atividade, sendo orientado por um supervisor capacitado. Não é obrigatório a assinatura deste termo de forma imediata, dessa forma, o participante deverá ter um tempo para decidir se concorda ou não em participar da pesquisa.

Em sua participação, você passará por uma coleta de informações básicas com duração máxima de 5 minutos. Em sequência será realizada a avaliação física, sendo avaliado o tônus muscular a partir da análise da resposta do músculo ao movimento em todas as direções realizadas pelo pesquisador, além disso, será aplicada uma avaliação da função do membro superior através da escala Fugl Meyer, onde será solicitado que o participante realize uma sequência de movimentos que serão avaliados por um terapeuta capacitado, tendo duração de 10 minutos. Por fim, será aplicado uma escala para avaliação da funcionalidade do membro superior, denominada Motor Activity Log (MAL), sendo um questionário composto por 30 perguntas que classificam as atividades realizadas pelo membro superior de forma quantitativa e qualitativa. Caso o participante se encaixe nos critérios de participação o mesmo será submetido a seis semanas de terapia com uso de uma estrutura robótica, além da realização de uma atividade

cognitiva. Essa terapia terá a duração de 40 minutos, sendo 10 minutos destinados a sua recepção e locação na sala de atendimento, 15 minutos direcionados à terapia robótica e 15 minutos ao jogo da memória. Em nenhum momento, você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim sua identidade será preservada. Você não terá gastos nem ganhos financeiros por participar na pesquisa. Havendo algum dano decorrente da pesquisa, você terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Os riscos consistem em perda de anonimato, entretanto somente os pesquisadores que realizarem a coleta das informações do participante terão acesso às informações referente a identificação do mesmo, e as mesmas não serão divulgadas em nenhum momento. Além disso, as informações obtidas pelos sensores do sistema serão exibidos como valores numéricos (média e desvio-padrão) de forma a garantir sigilo ao participante. Há riscos das estruturas de estabilização de tronco produzirem leves desconfortos ao participante, todavia ao longo do tratamento ajustes podem ser realizados de modo a tornar a estrutura confortável. Há a possibilidade do surgimento de leves desconfortos e possíveis dores musculares devido a repetição do movimento durante a terapia, entretanto se surgirem as mesmas deverão desaparecer em um curto período de tempo. Para minimizar o risco de desconfortos e possíveis dores musculares, se necessário, o número de repetições ou a amplitude de movimento serão reduzidas, se isto se perpetuar a pesquisa será suspensa. Os benefícios serão, colaborar para a suplementação de conhecimentos na área de fisioterapia contribuindo na elaboração de um método de reabilitação de indivíduos com sequelas de acidente vascular cerebral, melhorar a qualidade de vida dos participantes, independentemente dos resultados do trabalho, visto que haverá um estímulo sobre as relações sociais podendo interferir na motivação do participante diante de sua reabilitação, e caso confirmado os benefícios pautáveis da terapia, o indivíduo terá uma melhora visível da função do membro superior afetado durante as atividades de vida diária e isto refletirá diretamente na melhora da sua qualidade de vida.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Em caso de qualquer dúvida a respeito desta pesquisa, você poderá entrar em contato com: Andréia Machado Santos, pelo telefone (34) 98414-4369, ou Isabelle Andrade Almeida, pelo telefone (34) 99680-1343, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Educação Física, R. Benjamin Constant, 1286 - Nossa Sra. Aparecida, Uberlândia - MG, 38400-678. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, campus Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4B8r3B4p7yhRXuBWLqsQ546WR43cqQwrbXMDFnBi6vSJBeif8tPW85a7r7DM961Jvk4hdryZoByEp8GC8HzsqJpRN4FxGM9 interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, ... de de 20.....

Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do participante da pesquisa

Apêndice B – Ficha de avaliação inicial

FICHA DE AVALIAÇÃO

FISIOTERAPIA UFU

Número do prontuário: _____

Data de nascimento: _____ Idade: _____ Sexo: () Fem. () Masc.

Contato: () _____

Enderero: _____

Avaliador: _____ Data da avaliação: _____

Diagnóstico clínico: _____

Data do diagnóstico: _____ Dominância manual: () Dir. () Esq.

Queixa principal: _____

Sinais e sintomas: _____

História: _____

Dispositivos e equipamentos auxiliares: _____

Histórico médico/cirúrgico: _____

Intervenções terapêuticas anteriores: _____

Medicamentos em uso: _____

ANEXOS

Anexo A – Escala Motor Activity Log MAL

Motor Activity Log — Brasil

Identificação: _____ Data: _____

Examinador: _____ Lado dominante: _____ Lado acometido: _____

	Escala Quantitativa	Escala Qualitativa	Se não, por quê? (usar código)
1) Acender a luz pelo interruptor			
2) Abrir uma gaveta			
3) Tirar uma peça de roupa da gaveta			
4) Pegar um telefone			
5) Limpar a bancada da cozinha ou outros			
6) Sair do carro (passar de sentado para em pé)			
7) Abrir a geladeira			
8) Abrir uma porta usando uma maçaneta			
9) Utilizar o controle remoto da TV			
10) Lavar as mãos (ensaboar e enxaguar)			
11) Ligar e desligar a torneira da pia			
12) Secar as mãos			

13) Colocar as meias			
14) Tirar as meias			
15) Calçar os sapatos (incluindo cadarço)			
16) Tirar os sapatos (incluindo cadarço)			
17) Levantar-se de uma cadeira com apoio			
18) Puxar a cadeira da mesa antes de sentar			
19) Puxar a cadeira para próximo para sentar			
20) Pegar um copo (não inclui beber)			
21) Escovar os dentes (não inclui a preparação)			
22) Colocar maquiagem, loção ou creme de barbear			
23) Usar uma chave para destrancar uma porta			
24) Escrever no papel (excluir se não for com MS afetado)			
25) Carregar um objeto na mão			
26) Usar um garfo ou uma colher (levar na boca)			

27) Pentear o cabelo			
28) Levantar uma xícara pela alça			
29) Abotoar uma camisa			
30) Comer um sanduiche ou algo de pegar			

Códigos para registro de respostas “não”

1. “Eu usei o braço não afetado o tempo todo”.
2. “Outra pessoa fez por mim”.
3. “Eu nunca faço esta atividade, com ou sem ajuda de outros porque é impossível.”
Por exemplo, pentear o cabelo em pessoas carecas.
4. “Eu às vezes faço esta atividade, mas não tive a oportunidade desde a última vez em que eu respondi essas perguntas.”
5. Esta é uma atividade que eu normalmente fazia apenas com a mão dominante antes do AVC, e continuo a fazer com a minha mão dominante agora.

Escala quantitativa	Escala qualitativa
0. Não usei o braço mais fraco (não usei)	0. O braço mais fraco não foi usado de forma alguma para aquela atividade (nunca)
0.5	
1. Ocasionalmente usei o braço mais fraco, apenas muito raramente (muito raramente)	1. O braço mais fraco se moveu durante aquela atividade, mas não ajudou (muito fraco).
1.5	
2. Às vezes usei o braço mais fraco, mas fiz a atividade a maior parte do tempo com meu braço mais forte (raramente)	2. O braço mais fraco foi de alguma utilidade durante esta atividade, porém, precisou de ajuda do braço mais forte ou se

	moveu muito lentamente ou com dificuldade (fraco).
2.5	
3. Usei o braço mais fraco aproximadamente metade das vezes que usava antes do AVC (regularmente).	3. O braço mais fraco foi utilizado com o propósito indicado, porém os movimentos foram lentos ou foram efetuados apenas com algum esforço (bom)
3.5	
4. Usei o braço mais fraco quase o mesmo tanto que antes do AVC (quase sempre)	4. Os movimentos feitos pelo braço mais fraco foram quase normais, mas não chegaram a ser tão rápidos ou precisos quanto o normal (quase normal)
4.5	
5. Usei o braço mais fraco com a mesma frequência de antes do AVC (sempre)	5. A habilidade de usar o braço mais fraco para esta atividade foi tão bom quanto antes do AVC (normal)

Anexo B – Escala Fugl Meyer

	IDADE:	SEXO
DIAGNÓSTICO:		
SEQUELAS:		

FUGL MEYER AVALIAÇÃO DA EXTREMIDADE SUPERIOR

A. EXTREMIDADE SUPERIOR, posição sentada				
I. Motricidade reflexa		Ausente	Presente	
Flexores: Biceps e flexores dos dedos ____		0	2	
Extensores: Tríceps ____		0	2	
Subtotal I (Max. 4)				
II. Motricidade Ativa, sem ajuda gravitacional.		Ausente	Parcial	Completo
Sinergia Flexora:	Ombro Retração ____	0	1	2
	Elevação ____	0	1	2
	Abdução (90°) ____	0	1	2
	Rotação ____	0	1	2
	Cotovelo Flexão ____	0	1	2
Antebraço Supinação ____	0	1	2	
Sinergia Extensora:	Adução do ombro/rotação interna ____	0	1	2
	Extensão do cotovelo ____	0	1	2
	Pronação do antebraço ____	0	1	2
Subtotal II (Max. 18)				
III. Movimentos sinérgicos combinados, sem compensação		Ausente	Parcial	Completo
Mão á coluna lombar	-Não realizou	0	1	2
	-Mão passa espinha ilíaca ântero-posterior			
	-Realiza á ação			
Flexão de ombro de 0 a 90°; Cotovelo em 0° e pronação-supinação em 0°	-Imediata abdução de braço ou flexão de cotovelo	0	1	2
	-Abdução ou flexão do cotovelo durante o do movimento			
	-Movimentação normal			
Pronação-Supinação do antebraço; cotovelo em 90° e ombro em 0°	-Não há pronação/supinação, não dá início	0	1	2
	-Pronação/supinação limitada, mantém posição			
	-Movimentação normal			
Subtotal III (Max. 6)				
IV. Movimento com leve ou sem sinergia		Ausente	Parcial	Completo
Abdução do ombro de 0 á 90°, com cotovelo estendido e pronado	-Imediata supinação ou flexão de cotovelo	0	1	2
	-Abdução do ombro ou supinação do cotovelo durante o movimento			
	-Movimentação normal			
Flexão do ombro de 90° para 180°, com antebraço neutro	-Imediata abdução ou flexão de cotovelo	0	1	2
	-Abdução do ombro ou flexão de cotovelo durante o movimento			
	-Movimentação normal			
Pronação/Supinação, cotovelo em 0°, ombro em 30 á 90° fletido	-Não há pronação/supinação, não dá início	0	1	2
	-Pronação/supinação limitada, mantendo extensão			
	-Movimentação normal			
Subtotal IV (Max. 6)				

V. Atividade reflexa normal, avaliado somente se alcançado o escore de 6 pontos na parte IV				
Bíceps, tríceps e flexores dos dedos	-0 pontos na parte IV ou 2 de 3 reflexos hiperativos -1 reflexo hiperativo ou ao menos 2 reflexos presentes -No máximo 1 reflexo presente, sem hiperatividade	0	1	2
Subtotal V (Max. 2)				
Total A (Max. 36)				

B. PUNHO, pode ser prestado apoio no cotovelo para acionar ou manter a posição, sem apoio no pulso, e verificar a ADM passivo antes do teste		Ausente	Parcial	Completo
Estabilidade em 15° de extensão; cotovelo em 90°, antebraço pronado	-Não consegue estender o punho à 15° -Consegue estender em 15°, sem resistência -Estende 15° contra alguma resistência	0	1	2
Flexão/extensão alternada; cotovelo a 90°, antebraço pronado	-Não ocorre movimento voluntário -Não consegue mover ativamente o punho -Movimento ativo normal	0	1	2
Estabilidade em 15° de extensão; cotovelo em 0°, antebraço pronado, leve flexão/abdução de ombro	-Não consegue estender o punho à 15° -Consegue estender em 15°, sem resistência -Estende 15° contra alguma resistência	0	1	2
Flexão/extensão alternada; cotovelo a 0°, antebraço pronado, leve flexão/abdução de ombro	-Não ocorre movimento voluntário -Não consegue mover ativamente o punho -Movimento ativo normal	0	1	2
Circundução	-Não ocorre movimento voluntário -Movimento incompleto ou oscilante -Movimentação completa	0	1	2
Total B (Max. 10)				

C. MÃO, pode ser prestado apoio no cotovelo para manter 90° de flexão, compare com a mão não afetada os objetos prensados ativamente*		Ausente	Parcial	Completo
Flexão em Massa, com extensão ativa ou passiva		0	1	2
Extensão em Massa, com flexão ativa ou passiva		0	1	2
PREENSÃO				
A - Flexão IFD e IFP (II à V) e extensão MCF (II à V)	-Posição não pode ser executada -Executada com preensão fraca -Mantém posição contra resistência	0	1	2
B - Adução do polegar, com um de papel entre o polegar e o segundo MCF	-A função não pode ser realizada -Segura o papel, mas não contra leve puxão -Segura o papel firmemente	0	1	2
C - Oposição, polpa do polegar contra a polpa do 2º dedo, com caneta interposta	-A função não pode ser realizada -Segura a caneta, mas não contra leve puxão -Segura a caneta firmemente	0	1	2
D - Objeto cilíndrico, segura a superfície volar do 1º e 2º dedos contra outros	-A função não pode ser realizada -Segura o cilindro, mas não contra leve puxão -Segura o cilindro firmemente	0	1	2
E - Objeto esférico, Segurar com firmeza uma bola de tênis	-A função não pode ser realizada -Segura a esfera, mas não contra leve puxão -Segura a esfera firmemente	0	1	2
Total C (Max. 14)				

D. COORDENAÇÃO/VELOCIDADE, com os 2 braços, olhos vendados, levando a ponta do dedo indicador até o nariz 5 vezes, o mais rápido possível		Acentuado	Leve	Nenhum
Tremor		0	1	2
Dismetria	-Dismetria grave ou não sistemática -Dismetria leve e sistemática -Nenhuma dismetria	0	1	2

		>5s	2 – 5s	<1s
Velocidade	-Mais do que 5s em comparação ao lado não afetado -2 à 5 segundos à mais comparado ao lado não afetado -Diferença máxima de 1 segundo	0	1	2
Total D (Max. 6)				
Total A à D (Max. 66)				

H. SENSIBILIDADE , de olhos vendados, comparando braço afetado/não afetado		Anestesia	Hipoestesia/ Disestesia	Normal
Toque leve (exteriocepção)	-Membro superior ____	0	1	2
	-Palma da mão ____	0	1	2
		>3/4	<3/4	Pequena/nenhum a diferença
Posição (propriocepção)	-Ombro ____	0	1	2
	-Cotovelo ____	0	1	2
	-Punho ____	0	1	2
	-Polegar ____	0	1	2
Total H (Max. 12)				

J. MOVIMENTO ARTICULAR PASSIVO				J. DOR ARTICULAR , movimento passivo		
Posição inicial, comparando com membro não afetado	Poucos graus (<10° em ombro)	diminuído	normal	Relatando dor durante e/ou ao fim do movimento	Pouca dor	Sem dor
Ombro						
Flexão (0° - 180°) ____	0	1	2	0	1	2
Abdução (0 - 90°) ____	0	1	2	0	1	2
Rotação externa ____	0	1	2	0	1	2
Rotação interna ____	0	1	2	0	1	2
Cotovelo						
Flexão ____	0	1	2	0	1	2
Extensão ____	0	1	2	0	1	2
Antebraço						
Pronação ____	0	1	2	0	1	2
Supinação ____	0	1	2	0	1	2
Punho						
Flexão ____	0	1	2	0	1	2
Extensão ____	0	1	2	0	1	2
Dedos						
Flexão ____	0	1	2	0	1	2
Extensão ____	0	1	2	0	1	2
Total (Max. 24)				Total (Max. 24)		

A. EXTREMIDADE SUPERIOR	/36
B. PUNHO	/10
C. MÃO	/14
D. COORDENAÇÃO/VELOCIDADE	/6
TOTAL A-D (função motora)	/66

H. SENSIBILIDADE	/12
J. MOVIMENTO ARTICULAR PASSIVO	/24
J. DOR ARTICULAR	/24