UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS
CURSO DE TERAPIA OCUPACIONAL

Thalita Gabriely Menck

INTERFACE CÉREBRO-MÁQUINA E A TERAPIA OCUPACIONAL: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

SOROCABA-SP
2023

Thalita Gabriely Menck

INTERFACE CÉREBRO-MÁQUINA E A TERAPIA OCUPACIONAL: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do Diploma de Graduação em Terapia Ocupacional, da Universidade de Sorocaba.

Orientador: Prof. Me. Rafael Eras Garcia

SOROCABA-SP

2023

Thalita Gabriely Menck

INTERFACE CÉREBRO-MÁQUINA E A TERAPIA OCUPACIONAL: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do Diploma de Graduação em Terapia Ocupacional, da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em: 01/06/2023

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Rafael Eras Garcia
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Dr.(a) Cíntia de Menezes Fernandes Bernal
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Dr.(a) Thais Botossi Scalha
Universidade de Sorocaba

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao Criador do universo por me conceder o necessário para chegar ao fim deste ciclo. Agradeço também a minha família que me concedeu apoio durante esses anos de dedicação ao curso e que se alegram pela minha vitória. Por fim, agradeço meu avô, Carlos Menck *(in memoriam*), que mesmo não presente em vida, se fez presente em minha memória.

RESUMO

A melhora na qualidade de vida de indivíduos com sequelas no membro superior pós acidente vascular encefálico é abordada na Terapia Ocupacional através de diversos recursos e técnicas com o objetivo de proporcionar independência e autonomia nas atividades de vida diária. Diante da grande incapacidade que essas sequelas causam, a tecnologia avança com novos recursos que possibilitam a eficácia na reabilitação com o uso da comunicação direta do cérebro humano com um dispositivo externo, denominada interface cérebro-máquina. Diante desta abordagem, a presente pesquisa buscou analisar a intervenção da Terapia Ocupacional com o uso da interface cérebro-máquina em indivíduos com comprometimentos no membro superior pós acidente vascular encefálico e analisar o repertório científico sobre o assunto, através de uma revisão integrativa de literatura. Pode-se concluir que o uso da interface cérebro-máquina associado a outras tecnologias, assim como a intervenção da Terapia Ocupacional convencional é benéfica e promissora no processo de reabilitação. Entretanto, barreiras socioeconômicas são premissas a serem analisadas, além de estudos com maior rigor metodológico e capacitações profissionais.

Palavras-chave: Terapia Ocupacional; interface cérebro-máquina; membro superior; acidente vascular encefálico.

ABSTRACT

The improvement in the quality of life of individuals with sequelae in the upper limb after a stroke is addressed in occupational therapy through various resources and techniques in order to provide independence and autonomy in activities of daily living. Faced with the great incapacity that these sequelae cause, technology advances with new resources that enable effective rehabilitation with the use of direct communication between the human brain and an external device, called the brain-computer interface. Given this approach, the present research seeks to analyze the intervention of occupational therapy with the use of the brain-computer interface in individuals with impairments in the upper limb after a stroke and to analyze the scientific repertoire on the subject, through an integrative literature review. It can be concluded that the use of the brain-computer interface associated with other technologies, as well as the intervention of conventional occupational therapy, is beneficial and promising in the rehabilitation process. However, socioeconomic barriers are assumptions to be analyzed, in addition to studies with greater methodological rigor and professional training.

Keywords: Occupational therapy; brain-computer interface; upper limb; Brain stroke.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de Revisão Integrativa.....14
Figura 2 - Fluxograma 15
Quadro 1 - Dados levantados a partir da leitura dos artigos 16
Quadro 2 - Dados levantados a partir da leitura dos artigos 17

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVC	Acidentes Vascular Cerebral
AVD	Atividade de Vida Diária
AVE	Acidente Vascular Encefálico
BVS	Biblioteca Virtual de Saúde
DH	Distância Horizontal
DV	Distância Vertical
EEF	Estimulação Elétrica Funcional
EENM	Estimulação Elétrica Neuromuscular
EVA	Escala Visual Analógica
ICM	Interface Cérebro-Máquina
MMSS	Membros Superiores
MS	Membro Superior
MSA	Membro Superior Afetado
OMS	Organização Mundial da Saúde
RI	Revisão Integrativa
SciELO	*Scientific Electronic Library Online*
TFM	Teste de Função Manual
TO	Terapia Ocupacional
TOA	Treinamento Observacional de Ação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

2. MÉTODOS 13

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 16

4. CONCLUSÃO 26

REFERÊNCIAS 28

1. INTRODUÇÃO

O acidente vascular encefálico (AVE), também conhecido como acidente vascular cerebral (AVC) ou, popularmente como derrame, caracteriza-se como uma lesão vascular neurológica no encéfalo, que causa disfunções complexas em todo o organismo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o AVE é a segunda maior causa de morte no mundo e a principal causa de incapacidade dos indivíduos que são acometidos por esta doença no Brasil, com incidência anual de 108 para cada 100 mil habitantes (BOTELHO *et. al,* 2016).

Existem dois principais tipos de AVE, sendo eles o isquêmico e o hemorrágico. No isquêmico há uma obstrução dos vasos sanguíneos que podem ocorrer por trombose ou embolismo. Na trombose os vasos são bloqueados gradativamente por placas nas artérias cerebrais, causando assim um entupimento obstruindo a passagem do sangue, fazendo com que determinada área cerebral não seja irrigada, promovendo a morte das células. Já no embolismo ocorre o bloqueio de um vaso por um material que passa pela corrente sanguínea e chega à área cerebral, bloqueando a passagem, como exemplo de material, podemos citar o colesterol. O tipo isquêmico é o mais comum representando cerca de 80% dos casos de AVE (ALVAREZ *et. al,* 2014).

No hemorrágico ocorre o rompimento de um vaso sanguíneo, causando o extravasamento de sangue no encéfalo. Apesar de não ser a mais comum, o AVE hemorrágico é o que possui o maior índice de mortalidade (ALVAREZ *et. al,* 2014).

A probabilidade de ter um AVE aumenta com a idade, mas alguns fatores de risco podem aumentar as chances da ocorrência. Dentre os principais fatores de risco estão: Diabetes, hipertensão arterial sistêmica, tabagismo, obesidade, dentre outros fatores (CANCELA, 2008).

As sequelas que podem ser temporárias ou permanentes variam de acordo com a área do encéfalo afetado, sendo que as mais comuns são as hemiparesias (diminuição da movimentação voluntária) e as hemiplegias (ausência na movimentação ativa), que afetam um hemicorpo, do lado contralesional, sendo assim lesões no lado direito do encéfalo, o lado esquerdo do corpo será afetado pelas

sequelas e se o lado esquerdo do encéfalo for o lado lesionado, as sequelas serão no lado direito do corpo (BRITO; RABINOVICH, 2008).

Essas sequelas de um hemicorpo podem ocasionar o comprometimento motor e sensitivo nos membros inferiores, membros superiores, na face e também comprometimentos das funções cognitivas, comportamentais, linguagem, além de muito frequentemente causar transtornos psicológicos como depressão devido a perda de funcionalidade, autonomia e independência (CRUZ; DIOGO, 2009).

No Brasil existem diretrizes para o processo de reabilitação que recomendam a avaliação do sujeito e o planejamento terapêutico precoce, pois quanto mais rápido identificado o nível da lesão e das sequelas, mais rápido será efetuado o tratamento adequado ao paciente, possibilitando assim maiores chances de reabilitação visando a reinserção social e funcionalidade (SOUTO *et. al,* 2022).

Os membros superiores (MMSS) são órgãos essenciais quando falamos da funcionalidade do ser humano. No cotidiano há inúmeras atividades de vida diária (AVDs) nas quais utilizamos os MMSS, tais como alimentação, vestuário e a higiene. Lesões que acomete estas estruturas, sejam traumas ou causas neurológicas como o AVE, podem gerar graus de incapacidade funcional que limitam o sujeito a realizar essas tarefas, sendo que 75% das sequelas de indivíduos que tiveram um AVE afetam os MMSS (MEIRELES *et. al,* 2021).

Quando a estrutura da mão sofre uma lesão, algumas funções podem ficar deficitárias, interferindo no desemprenho ocupacional e funcionalidade nas AVDs, como na preensão, transporte e manipulação de objetos, segurar e soltar, alcance, movimentos de pinça, funções sensoriais e outros (BELADELLI *et. al.*, 2016).

No processo de reabilitação dos indivíduos acometidos pelo AVE, é necessário não só o ganho de mobilidade, mas o máximo de ganho de funcionalidade, com qualidade esperada pelo paciente. A Terapia Ocupacional (TO), que trabalha com o desempenho ocupacional dos sujeitos no cotidiano, faz seu papel na reabilitação dos indivíduos lesionados para melhor adaptação e ação nas AVDs. São inúmeras as técnicas, atividades, recursos e tecnologias que podem auxiliar neste processo como técnicas de cinesiologia e uso de tecnologia assistivas como órteses e dispositivos auxiliares (BELADELLI *et. al.*, 2016).

A reabilitação dos MMSS é uma especialidade da TO, na qual a avaliação do paciente é de extrema importância para definir e traçar um plano terapêutico com objetivos baseados nas necessidades e queixas da pessoa. Além da reinserção no contexto social como trabalho e família, a reabilitação dos MMSS visa a reestruturação das funções perdidas após a lesão, como sensibilidade, amplitude de movimento e força muscular, favorecendo a funcionalidade e prevenção de possíveis deformidades, controle da dor, garantindo melhora da função (BELADELLI *et. al.*, 2016).

Dentre os possíveis recursos utilizados na reabilitação dos MMSS no AVE, destacamos neste estudo o uso das novas tecnologias, sendo este em particular as interfaces cérebro-máquina (ICM). Além do aspecto motor, outros sistemas podem influenciar no processo de reabilitação dos MMSS, com isso a ICM comtempla mais de um desses sistemas através da interação do indivíduo com o ambiente, permitindo tal interação através de sinais cerebrais (ZANONA *et. al*, 2022).

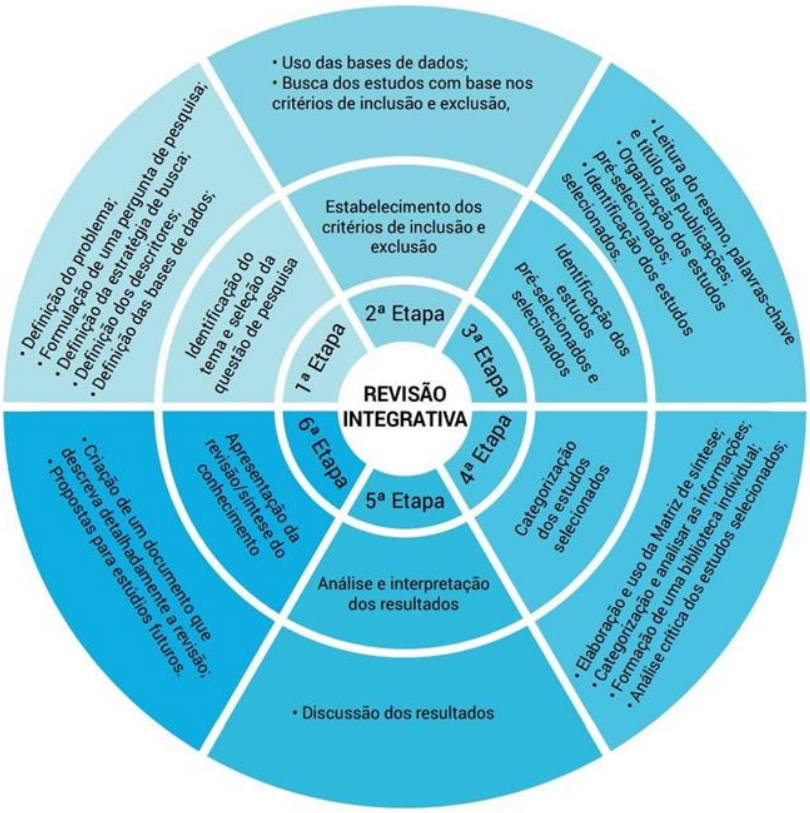
Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca da utilização da ICM no processo de reabilitação dos MMSS de pessoas acometidas por um AVE, dentro da intervenção terapêutica ocupacional, visando analisar os possíveis benefícios no desempenho funcional.

2. MÉTODOS

O presente projeto buscou desenvolver uma revisão integrativa (RI) de literatura, que consistiu em sintetizar o conhecimento científico existente sobre um tema ou assunto disponível, a fim de se obter maior compreensão de um questionamento em particular (BROOME, 2000). A RI, permite integrar publicações de caráter teórico ou empírico, com isso, este método de revisão permite resumir o passado da literatura, possibilitando novos conhecimentos sobre um assunto ou tema em particular (ESPER *et al* 2015). Portanto, a RI, permite uma ampla abordagem metodológica, pois consiste em um método que possibilita maior acesso as redes de pesquisa com o uso de diversas bases de dados eletrônicos, ampliando as possibilidades de análise da literatura (ESPER *et al* 2015).

Visando ampliar o rigor metodológico, é importante implementar estratégias para garantir maior confiabilidade da pesquisa realizada, portanto, o presente estudo seguiu seis fases denominadas por diversos autores como Botelho, Cunha e Macedo (2011), como as principais para compor uma RI. As fases são: 1) identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; 2) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; 3) identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; 4) caracterização dos estudos selecionados; 5) análise e interpretação dos resultados; 6) apresentação da revisão. Na presente seção estão apresentadas as três primeiras etapas da revisão integrativa, sendo que as duas últimas estão presentes na próxima seção de Resultados e Discussão. Uma explicação detalhada de cada fase da RI está apresentada na Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Processo de Revisão Integrativa



Fonte: Botelho, Cunha e Macedo (2011, p. 129)

Iniciou-se o projeto a partir da definição da pergunta/questão norteadora. Essa primeira fase da construção da RI é considerada fundamental e de extrema importância para a pesquisa, pois é essa questão que irá conduzir as próximas fases do projeto. Sendo assim a seguinte questão foi elaborada para nortear a pesquisa: "o que a literatura descreve sobre a intervenção da terapia ocupacional em pacientes com sequelas no membro superior pós acidente vascular encefálico, utilizando a interface cérebro máquina? "

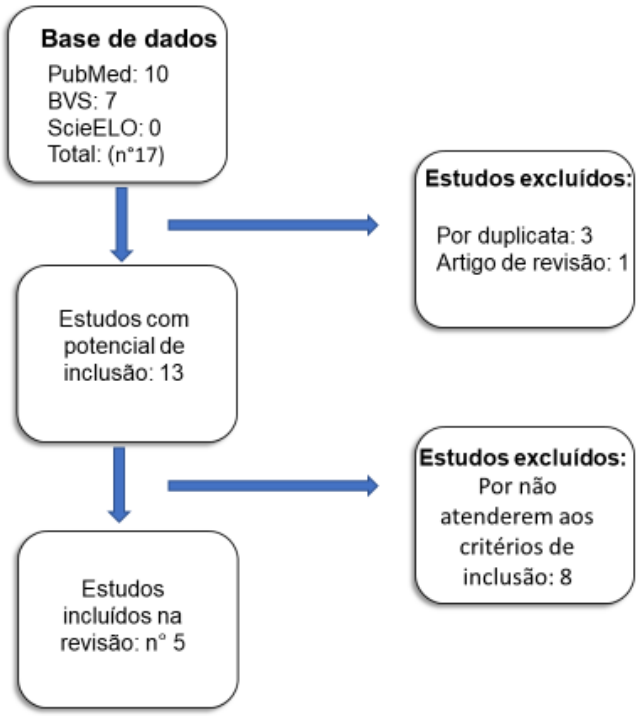
Os descritores foram definidos a partir da relação com o tema em questão e com auxílio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), assim como o período de tempo e idioma. Os descritores utilizados em inglês foram: "brain-computer-interfaces", "occupational therapy", “stroke” e "upper limbs". Os descritores em português foram "interface cérebro máquina", "terapia ocupacional", "acidente vascular encefálico", "membros superiores", no intervalo de tempo de 2013 a 2023. A busca foi realizada em março e abril de 2023.

Com os descritores definidos, a busca foi realizada em 3 bases de dados sendo elas PubMed, BVS e *Scientific Online Library* (SciELO). Como critérios de inclusão dos artigos foram definidos: (1) textos completos; (2) acesso aberto; (3) idiomas português e inglês; (4) estudos clínicos; (5) estudos conduzidos dentro do processo terapêutico ocupacional; (6) atuação clínica dentro da reabilitação pós-AVE nos MMSS; (7) ICM como recurso terapêutico. Como critérios para exclusão foram definidos: (1) artigos de revisão; (2) acesso pago; (3) que não indiquem a atuação da terapia ocupacional; (4) que abordem outras patologias associadas; (05) duplicatas.

Após a busca nas bases de dados foram encontrados o total de 17 artigos, sendo que 3 publicações foram excluídas por duplicatas e 1 publicação considerada revisão, restando assim 13 artigos.

Após chegar no total de 13 artigos e leitura completa dos mesmos, foram excluídos 8 artigos que não atenderam aos critérios de inclusão. Ao final foram selecionados o total de 5 artigos para a revisão. Abaixo segue o fluxograma explicitando de maneira detalhada cada etapa.

Figura 2 - Fluxograma



Fonte: Produção da própria autora.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa de revisão apresenta cinco (5) estudos, todos de origem estrangeira, o que demonstra a escassez de estudos de origem brasileira, relacionados com a temática.

A partir da seleção e leitura na íntegra dos artigos selecionados para esta revisão, que se enquadraram aos critérios de inclusão, elaborado tabela para apresentação dos mesmos. Os artigos estão apresentados de forma crescente ao ano de publicação, com o mapeamento das bases de dados, periódicos, autores e título (Quadro 1). Posteriormente o resumo dos artigos estão apresentados (Quadro 2).

Quadro 1 - Dados levantados a partir da leitura dos artigos

Número do estudo	Base de dados	Autores	Título	Periódico e ano de publicação
1.	PubMed	TaeHoon Kim; SeongSik Kim; ByoungHee Lee.	Effects of Action Observational Training Plus Brain-Computer Interface-Based Functional Electrical Stimulation on Paretic Arm Motor Recovery in Patient with Stroke: A Randomized Controlled Trial	Occupational Therapy International, 2016.
2.	PubMed	Yun Young Jang; Tae Hoon Kim; Byoung Hee Lee.	Effects of Brain-Computer Interface-controlled Functional Electrical Stimulation Training on Shoulder Subluxation for Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial	Occupational Therapy International, 2016.
3	PubMed	David T. Bundy Lauren Souders Kelly Baranyai Laura Leonard Gerwin Schalk Robert Coker Daniel W. Moran Thy Huskey Eric C. Leuthardt	Contralesional Brain-Computer Interface Control of a Powered Exoskeleton for Motor Recovery in Chronic Stroke Survivors	STROKE, 2017.
4	PubMed	Katsuhiro Mizuno Takayuki Abe Junichi Ushiba	Evaluating the Effectiveness and Safety of the Electroencephalogram-Based Brain-Machine Interface Rehabilitation System for Patients	JMIR Research Protocols, 2018

		Michiyuki Kawakami Tomomi Ohwa Kazuto Hagimura Miho Ogura Kohei Okuyama Toshiyuki Fujiwara Meigen Liu	With Severe Hemiparetic Stroke: Protocol for a Randomized Controlled Trial (BEST-BRAIN Trial)	
5.	PubMed	Jervis-Rademeyer, Esperança Ong, Kenneth Djuric, Alexandre Munce, Sara MusselmanKristin E. Marquez-Chin, Cesar	Therapists' perspectives on using brain-computer interface-triggered functional electrical stimulation Therapy for individuals living with Upper extremity paralysis: a qualitative case series study	Journal of NeuroEnginering and Rehabilitatio, 2022.

Fonte: Produção da própria autora

Quadro 2 - Dados levantados a partir da leitura dos artigos

Número do estudo	Resumo
1.	O estudo busca investigar se o treinamento observacional de ação (TOA), em conjunto com a estimulação elétrica funcional (EEF) baseada na interface cérebro-máquina (ICM-EEF), tem efeitos positivos referente a reabilitação motora de membro superior (MS)com hemiparesia devido ao acidente vascular encefálico (AVE). Trata-se de um estudo randomizado controlado, onde 30 pacientes participaram da pesquisa, sendo divididos em dois grupos de 15 pessoas. O primeiro grupo recebeu a ICM-EEF em conjunto com à TOA e a terapia convencional enquanto o segundo grupo recebeu apenas a terapia convencional, ambos no período de 4 semanas. Um avaliador, realizou diferentes avaliações nos dois grupos no início do tratamento, e os resultados foram os mesmos em ambos. Após o uso das diferentes intervenções, os grupos foram reavaliados, resultando no maior nível de melhora no grupo ICM-EEF. Sendo assim concluiu-se que à TOA junto com a ICM-EEF é eficaz na reabilitação do MS patético, proporcionando melhorias no desempenho e sugerindo que essa intervenção possibilita o uso como ferramenta terapêutica para reabilitação pós AVE.
2.	Este estudo foi realizado com o objetivo de analisar os efeitos do treinamento de estimulação elétrica funcional (EEF) controlado pela interface cérebro máquina comparado apenas com o uso da EEF, em pacientes com subluxação de ombro devido ao acidente vascular encefálico (AVE). Para o estudo 20 indivíduos foram divididos em dois grupos sendo primeiro o grupo que faria uso da ICM-EEF e o segundo o uso apenas da EEF, no período de 6 semanas, ambos os grupos também fizeram em associação a terapia convencional. Todos os participantes foram avaliados antes e depois da pesquisa. As avaliações incluíam teste de distância vertical (DV), distância

	horizontal (DH), dor (escala visual analógica EVA) e teste de função manual (TFM). Após as 6 semanas o grupo ICM-EEF apresentou melhorias significativas em todos os testes, enquanto grupo EEF apresentou melhorias significativas em DH, EVA e TFM. Os resultados do estudo sugerem que o uso da ICM-EEF é eficaz na reabilitação de subluxação de ombro em pacientes pós AVE, facilitando a recuperação motora.
3.	Estudo feito com objetivo de testar a viabilidade da neuro reabilitação em ambulatórios com o uso de um exoesqueleto motorizado acionado pela interface cérebro máquina (ICM) na reabilitação de indivíduos com sequelas no membro superior (MS) de hemiparesia crônica, em decorrência do acidente vascular encefálico (AVE). O estudo foi realizado com 10 indivíduos com hemiparesia crônica de moderado a grave, devido ao AVE, utilizando o exoesqueleto pelo período de 12 semanas, que usa a potência de sinais eletroencefalográficos do hemisfério não afetado associado de movimentos imaginários do membro afetado. Todos os pacientes obtiveram resultados significativos de força, preensão, índice de motricidade e desempenho ocupacional, além de melhores resultados nos testes aplicados antes, durante e depois do uso do exoesqueleto. Com isso, pode-se concluir que o uso da ICM, tem um grande potencial terapêutico e que o uso dessa interface pode ser efetivamente usado em ambientes domésticos.
4.	Trata-se de um estudo exploratório qualitativo sobre o uso da neuro tecnologia interface cérebro-máquina (ICM) com a estimulação elétrica funcional (EEF), como recurso na terapia, para melhorias na função do membro superior (MS) de indivíduos com sequelas decorrentes ao acidente vascular encefálico (AVE) ou da lesão medular (LM). O estudo foi realizado com fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais em atendimento com indivíduos que tiveram AVE ou LM, a fim de compreender as perspectivas destes profissionais sobre o uso da ICM-EEF nos atendimentos clínicos e sobre a viabilidade do uso e implementação dessa neuro tecnologia. Para avaliação da ICM-EEF, os terapeutas seguiram os subcomponentes do modelo COM-B, que são: capacidade física e psicológica, oportunidade física e social, motivação automática e reflexiva para o uso da ICM-EEF. No total 6 profissionais participaram da pesquisa. Ao final da pesquisa foi possível concluir que apesar dos agentes facilitadores que a ICM-EEF concede, certas barreiras impedem sua ampla implementação clínica. A capacidade psicológica, a oportunidade social e oportunidade física, são questões que precisam passar por melhorias para então o uso ser mais eficaz.
5.	Trata-se de um estudo para avaliar a hipótese de melhorias na reabilitação de indivíduos com sequelas de hemiparesia grave no membro superior (MS), focado nos movimentos de metacarpo e interfalangeanas, com o uso da interface cérebro-máquina (ICM) baseado no EEG, com o recurso de uma órtese motorizada, e estimulação elétrica neuromuscular (EENM), comparado a intervenção da terapia ocupacional convencional, sem o uso da órtese. Para o estudo, foi realizado um ensaio clínico randomizado controlado, para avaliar a eficácia e segurança do uso da ICM. O estudo foi composto por 40 pacientes pós-AVE crônico, com hemiparesia grave, onde 20 desses, fizeram o uso da ICM, através de uma órtese motorizada, alocado no MS afetado (MSA), em conjunto com a terapia ocupacional convencional. Os outros 20 pacientes fizeram uma estimulação com o treinamento de imagens semelhante a ICM, porém sem o uso do equipamento no MSA e sem a estimulação elétrica neuromuscular, além de realizar também a intervenção da terapia ocupacional convencional em conjunto. Entretanto este estudo não revela os resultados do uso deste produto associado as técnicas, pois ainda está em fase de testes e aprovações. Discute-se que este estudo, poderá contribuir para futuras pesquisas com a temática da ICM

Fonte: Produção da própria autora

A publicação de artigos em periódicos específicos da TO, também foi observada nesta pesquisa. Dos cinco (5) estudos incluídos na revisão, apenas dois

(2) (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016) foram publicados em periódicos da TO, sendo ambos do mesmo local: *Occupational Therapy International*. Esse dado pode estar associado ao fato de a temática ainda ser escassa dentro da profissão e nos âmbitos de pesquisa destes profissionais, além de que a intervenção com o uso da ICM não se faz exclusivo dos terapeutas ocupacionais. Outro fato é o de que o AVE exige, na maioria das vezes, a atenção de uma equipe multidisciplinar.

O período de publicação selecionado foi de 10 anos, porém os estudos incluídos foram publicados 7 anos que antecedem o ano da presente pesquisa (2023). Seguindo o ano de publicação, foram encontrados dois (2) artigos publicados no ano de 2016 (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016), um (1) artigo publicado no ano de 2017 (BUNDY *et al*., 2017), um (1) no ano de 2018 (MIZUNO *et al*., 2018) e um (1) no ano de 2022 (JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022). Todos os estudos revisados estão na língua inglesa.

Quanto ao país de origem dos estudos, dois (2) são da Coreia do Sul (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016), um (1) do Japão (MIZUNO *et al*., 2018), um (1) do Canadá (JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022) e um (1) dos Estados Unidos (BUNDY *et al*., 2017). A prevalência de estudos nos países orientais pode ser relacionada a hipótese de que esses países possuem maiores investimentos na área de tecnologia e saúde. A economia desses países é altamente industrializada, onde apresentam grande aparato tecnológico.

Referente as características metodológicas dos estudos analisados, quatro (4) tinham abordagem quantitativa (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016; BUNDY *et al*., 2017; JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022) e apenas um (1) artigo teve uma abordagem qualitativa (MIZUNO *et al*., 2018).

A associação da intervenção de TO convencional em conjunto na reabilitação com a ICM, está presente em três (3) (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016; MIZUNO *et al*., 2018) dos cinco (5) estudos (KIM et al., 2016; JANG et al., 2016; BUNDY *et al*., 2017; MIZUNO *et al*., 2018; ERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022). Portanto, esse fato apresenta a importância e eficácia da intervenção da TO, mesmo sem o uso da ICM, na reabilitação dos MMSS.

A combinação de neuro tecnologias também é realizada em mais de um estudo, sendo essas tecnologias a EEF que faz parte de um grupo chamado estimulação

elétrica neuromuscular (EENM) e a ICM. Dos estudos revisados, três (3) fazem o uso da ICM com o uso da EEF (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2018; ERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022). Os três (3) estudos analisam a eficácia do tratamento da ICM associada a EEF, e dois (2) desses estudos associam com a intervenção da TO convencional (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016;).

A EEF pode ser definida como correntes elétricas, usadas para produzir contrações musculares, empregadas para auxiliar a performance dos movimentos, durantes atividades funcionais. O exemplo de sua aplicação em uma atividade, pode ser quando aplicada como auxiliar na ativação de grupos musculares para a execução durante caminhadas, sentar-se, levantar-se, beber água e pentear o cabelo. (RUSSO; LIEBANO, 2023).

Atualmente a EEF, representa um método clinicamente eficaz na reabilitação de indivíduos com sequelas pós AVE, além de ser considerada um dos grandes avanços da Bioengenharia, sendo introduzido no Brasil no ano de 1989 (SANTOS et al., 1995).

A aplicação da EEF na reabilitação dos MMSS, pode ser relacionada a substituição de órteses convencionais ou outros diversos fins terapêuticos. Os indivíduos com hemiparesia, que frequentemente apresentam hipertonia no MSA, podem desenvolver padrões flexores nas articulações de cotovelo, punho, metacarpo e interfalangeanas, comprometendo o posicionamento funcional dessas articulações. Este padrão de alteração pode dificultar movimentos que exijam sinergia muscular, onde ocorrem movimentos conjugados como extensão de cotovelo, flexão e extensão de punho, metacarpo e interfalangianas. Movimentos como este, de abrir e fechar a mão, para manipulação de objetos e outras AVDs são dificultosos aos indivíduos com sequelas no MS, em decorrência do AVE (RUSSO; LIEBANO, 2023).

A partir dessas sequelas e dificuldades, a EEF pode ser utilizada na reabilitação dos MMSS, com objetivos de manter o MSA em posição funcional assim como o treinamento de AVDs, proporcionando engajamento a tarefa, exigindo do paciente atenção, dedicação, repetição da tarefa, fornecendo *feedback* sensorial e visual, proporcionando a facilitação da realização das atividades funcionais e avanços na reabilitação (RUSSO; LIEBANO, 2023)

Quando correntes elétricas aplicadas na neuro reabilitação, não utilizam, necessariamente, o contexto de uma atividade e/ou a substituição de órteses, a denominamos como EENM.

A EENM, pode ser utilizada como recurso para o controle e redução de contraturas, fortalecimento muscular, controle de espasticidade, fortalecimento muscular, manutenção da amplitude de movimento (ADM), assim como outros possíveis objetivos (RUSSO; LIEBANO, 2023). Um (1) dos estudos (MIZUNO *et al*., 2018) apresenta o uso da EENM, em conjunto com a intervenção da TO convencional, com o uso de uma órtese motorizada, para a reabilitação do MSA.

Além da junção dessas tecnologias, um (1) estudo (KIM *et al*., 2016;) inclui também a abordagem do treinamento observacional de ação (TOA), na equiparação da reabilitação dos MMSS com o uso da ICM-EEF e a TO convencional, sendo o estudo que mais atribuiu diferentes recursos e técnicas para a reabilitação dos MMSS e pesquisa.

A TOA, pode ser definida como uma abordagem fundamentada na neurociência básica, ativando os chamados neurônios-espelho, a qual tem como objetivo a reorganização de funções do cérebro, através da ativação desses neurônios, além de recuperar redes cerebrais danificadas e reconstruir funções motoras deficitárias, provenientes de alguma lesão ou patologia, promovendo a recuperação. (SALE *et al*., 2014). A abordagem é realizada através da apresentação e observação cuidadosa de um movimento, por meio de um vídeo, apresentado em uma tela de computador ou televisão, posteriormente o indivíduo deverá repetir a ação assistida. A abordagem de imitar ou observar um movimento sendo realizado e executar em seguida o mesmo movimento ativa área pré-motora do cérebro, conhecida como como os neurônios-espelho (SALE *et al*., 2014)

Além destes recursos, outro componente importante é o uso do eletroencefalograma (EEG), encontrado em todos os estudos revisados (KIM et al., 2016; JANG et al., 2016; BUNDY *et al*., 2017; MIZUNO *et al*., 2018; ERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022). O EEG são eletrodos posicionados no couro cabeludo do indivíduo ou intracortical, onde ocorre a captura de sinais elétricos/neurais e monitora a atividade cerebral. O EEG captura impulsos nervosos do cérebro, que são coletados e posteriormente interpretados. Esses sinais são amplificados, processados e

empregados vários algoritmos de processamento de sinais, que são usados para identificar a natureza das intenções e características motoras de uma pessoa. A partir daí, pode ser usado para controle de um dispositivo externo (VIEIRA, 2018).

Um (1) estudo (JANG et al., 2016) aborda especificamente pacientes que foram acometidos por AVE com a sequela de subluxação do ombro. A subluxação é entendida como o deslocamento parcial das extremidades dos ossos que formam uma articulação. A subluxação de ombro, é uma complicação secundária, que atinge aproximadamente 81% dos indivíduos que tiveram um AVE (CORRÊA *et al*., 2009).

Em indivíduos com hemiplegia no MS pós AVE, a subluxação de ombro pode ser definida como “mudança na integridade mecânica na articulação glenoumeral, que causa um “degrau” entre o acrômio e a cabeça do úmero (CORRÊA et al., 2009)’’

A subluxação de ombro é frequentemente relacionada com dificuldades na recuperação e reabilitação da função do MSA, pois reduz a ADM e aumenta o risco de síndromes relacionadas a dor e a lesão dos tecidos moles (RUSSO; LIEBANO, 2023).

Diversas avaliações foram aplicadas nos indivíduos participantes dos estudos, a fim de mensurar os avanços concebidos a partir do uso da ICM. Dos estudos presentes nesta revisão, três (3) (KIM *et al*., 2016; MIZUNO *et al*., 2018; JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022), fazem o uso da escala de avaliação Fugl-Meyer (EFM) e o registro de atividade motora ou em inglês *Motor Activity Log* (MAL). Ambas as escalas são largamente utilizadas para avaliações da recuperação funcional dos MMSS pós AVE.

A EFM foi desenvolvida e introduzida em 1975 por Fugl-Meyer *et al* e é considerada a escala mais conhecida e usada na prática clínica. A EFM foi o primeiro instrumento de avaliação quantitativa, para determinação sensório motora na reabilitação do AVE, com objetivo de quantificar o desempenho funcional dos MMSS e membros inferiores (MMII) (MAKI, 2006).

A EFM foi desenvolvida com base nos métodos e dos estágios motores de Brunnstrom, que descreve a recuperação motora de indivíduos acometidos pelo AVE e tem como objetivo avaliar cinco dimensões do comprometimento de indivíduos

hemiplégicos, sendo elas: ADM, dor, equilíbrio, funções motoras do MMSS e/ou MMII e sensibilidade (CACHO *et al*., 2004).

Quanto a MAL, foi desenvolvida em 1993 por Taub, Uswatte e Morris, especificamente para avaliar o uso do MSA pós AVE, de forma espontânea. A MAL apresenta-se em duas versões, a primeira aborda 14 itens e foi desenvolvida para indivíduos com acometimentos leves e níveis altos de funcionalidade no MSA. Para que pudesse ser aplicada em indivíduos com acometimentos graves no MSA, uma segunda versão foi desenvolvida, contendo 30 itens a serem avaliados, dos quais quatro itens dos 14 já existentes foram substituídos e 16 novos itens acrescentados. Todos os itens são relacionados ao uso do MSA nas AVDs (SALIBA, 2009).

Como critério de inclusão, estão em três (3) estudos (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016; MIZUNO *et al*., 2018) a relação das funções mentais e cognitivas. Em dois (2) dos estudos (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016) está presente, como critério de inclusão dos participantes, a realização do miniexame do estado mental (MEEM). Estes estudos determinaram que para participar da pesquisa eram necessários uma média de 22 a 30 pontos no MEEM.

O MEEM, elaborado por Folstein et al (1975), avalia as funções cognitivas, estado mental e rastreio de classes demenciais (MELO; BARBOSA, 2015). Um (1) estudo (MIZUNO *et al*., 2018) não determina uma avaliação a ser realizada para ser incluído na pesquisa, mas apenas que os indivíduos com distúrbios cognitivos e/ou psiquiátricos graves, foram excluídos. Estes estudos determinam certo nível cognitivo e/ou mental para a participação, pois as abordagens dos mesmos requerem compreensão dos recursos utilizados como método de reabilitação.

Uma vez que a pesquisa determina nível cognitivo e/ou psiquiátrico do indivíduo para a participação, pode ser considerado um ponto negativo do uso do recurso para reabilitação, já que indivíduos com estes comprometimentos poderiam ser beneficiados com estas abordagens.

O local onde a intervenção é aplicada também se torna relevante, pois o ambiente onde trabalhado deve fornecer suporte e segurança aos pacientes e profissionais que utilizam o recurso. Um (1) dos estudos (BUNDY *et al*., 2017) faz uma abordagem focada na realização da intervenção em domicílio, na qual, o próprio paciente e/ou familiares e cuidadores foram treinados para fazer o uso da ICM,

recebendo suporte dos profissionais como, terapeutas ocupacionais a cada 2 semanas ou quando identificassem algum problema ou dificuldade. Além dessa abordagem, este mesmo estudo faz o uso de um exoesqueleto alocado no MSA, porém o hemisfério contralesional, ou seja, o lado não afetado do cérebro, é o fornecedor dos sinais eletroencefalográficos para a ação do movimento.

Quanto ao local de realização dos outros estudos, três (3) (KIM *et al*., 2016; JANG *et al*., 2016; MIZUNO *et al*., 2018) realizam a pesquisa em hospitais e um (1) (JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022) identifica o local apenas como ambiente clínico.

Os estudos com indivíduos com sequelas do AVE, são necessários para o avanço nas pesquisas sobre a temática e implementação, não somente desta, mas de outras possíveis tecnologias. Porém, outra perspectiva de grande importância para este processo é o de proporcionar estudos e pesquisas com profissionais relacionados a área, como terapeutas ocupacionais. Na presente revisão, apenas um (1) dos artigos (JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022) foi um estudo realizado com fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, a fim de analisar as perspectivas e opiniões desses profissionais acerca do uso da ICM em conjunto com EEF. Somente este estudo abordou uma proposta qualitativa, sendo a metodologia proposta a intervenção dos profissionais, com o uso da ICM-EEF em pacientes com sequelas no MS em decorrência do AVE ou do diagnóstico de LM, durante 40 sessões de terapia, na qual eles avaliaram componentes pré-estabelecidos como capacidade, oportunidade, motivação e comportamento.

Além desses fatores, todos os profissionais participantes da pesquisa do artigo (JERVIS-RADEMEYER *et al*., 2022) são do sexo feminino. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), as mulheres representam cerca de 70% das profissionais da área da saúde, além de ser considerada também a classe de trabalhadores que recebem o menor salário comparado a outros setores dos quais são a maioria.

Destaca-se a relevância de estudos qualitativos, pois eles permitem a reflexão crítica sobre a temática, procurando estabelecer relações que vão além daquelas estatísticas, como percepções críticas dos participantes e pesquisadores.

Os presentes estudos incluídos na revisão, tratam de indivíduos com sequelas de hemiparesia grave no MSA ou de mobilidade limitada em decorrência do AVE. O fato de casos graves causarem maiores dificuldades no processo de reabilitação além

de um processo longo no qual o indivíduo irá passar, o uso da ICM, levanta a hipótese de melhorias na qualidade e tempo de reabilitação desses casos.

Apesar dos facilitadores no uso da ICM, como qualidade na reabilitação, diminuição de tempo, melhoras na funcionalidade comparado a intervenção da TO convencional, avanços significativos nos índices das avaliações de mobilidade, ADM e desempenho ocupacional, muitas barreiras ainda impossibilitam a ampla implementação do recurso no mercado de tecnologias, no ambiente clínico e domiciliar. Entre essas barreiras pode-se citar os agentes sociais, já que o acesso a essa tecnologia pode ser limitada decorrente as condições socioeconômicas dos pacientes e profissionais que busquem este recurso. A capacitação dos profissionais também pode ser considerado uma barreira, uma vez que para intervir com o uso da ICM é necessário determinada habilidade e conhecimento.

No contexto de um país subdesenvolvido como o Brasil, o uso da ICM se torna um recurso de difícil acesso, pois os investimentos em tecnologia e saúde ainda são escassos no país. O acesso ao recurso vai além da sua disponibilidade na reabilitação, pois outros fatores socioeconômicos dos brasileiros, pode interferir no processo de reabilitação, já que o indivíduo vai além da sua patologia.

4. CONCLUSÃO

Após análise da literatura disponível, foi possível identificar que os objetivos deste estudo foram alcançados, uma vez que se prova através da pesquisa os benefícios no desempenho funcional dos indivíduos após a reabilitação com o uso da interface cérebro-máquina, dentro do processo terapêutico ocupacional.

A intervenção da terapia ocupacional com o uso da interface cérebro-máquina é um grande avanço ainda em construção. O uso deste recurso mostra-se promissor em termos de reabilitação, porém se faz necessário o trabalho de uma equipe multidisciplinar na implementação. Pode-se dizer que a interface cérebro-máquina somada a terapia ocupacional, traz mais benefícios na reabilitação dos membros superiores quando comparado com a intervenção da terapia ocupacional convencional.

O papel da terapia ocupacional se faz necessário neste contexto, uma vez que o acidente vascular encefálico afeta a funcionalidade dos membros superiores, e consequentemente, o engajamento nas atividades de vida diária e nas ocupações, gerando prejuízo na independência e autonomia dos indivíduos acometidos.

Apesar dos facilitadores no uso da interface cérebro-máquina, como qualidade na reabilitação, diminuição de tempo, melhoras na funcionalidade, avanços significativos nos índices das avaliações de mobilidade, amplitude de movimento e desempenho ocupacional, muitas barreiras ainda impossibilitam a ampla implementação do recurso no mercado de tecnologias, nas práticas clínicas e no ambiente domiciliar.

Entre essas barreiras pode-se citar os agentes sociais, já que o acesso a essa tecnologia pode ser limitada decorrente as condições socioeconômicas dos pacientes e profissionais que busquem este recurso. A capacitação dos profissionais também pode ser considerado uma barreira, uma vez que para intervir com o uso da interface cérebro-máquina é necessário determinada habilidade e conhecimento sobre este recurso.

Poucas pesquisas estão disponíveis sobre a interface cérebro-máquina, e menores ainda as de origem brasileira. Isso é considerado uma barreira neste processo de implementação já que sem pesquisas, como as de viabilidade, qualidade

e comprovação do uso do recurso, pouco embasamento sobre o assunto é disponibilizado. Ademais, pesquisas com maior rigor metodológico são necessárias para melhor compreensão do tema que se mostra em crescimento nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Rafaela B. P.; PIRES, Eugenia R.; CARAMÊZ, Rita. Acidente Vascular Encefálico. **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, Santos - SP, v.11, n. 25, 2014. Disponível em: http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/209/u2014v11n25e209. Acesso em: 02 nov 2022.

BELADELLI, Laura M.; MENTE, Patrícia X.; GASPARINI, Grace C. A contribuição da terapia ocupacional na reabilitação de mão após lesão traumática. **Multitemas**, [s.l], n. 25, 2016. Disponível em: https://www.interacoes.ucdb.br/multitemas/article/view/848. Acesso em: 02 nov 2022.

BOTELHO, Louise L. R.; MACEDO, M.; CUNHA, Carlos J. C. A. O metodo da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, [s.l], v.5, n. 11, maio/agos 2011. 121-136. Disponível em: https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/1220. Acesso em: abr 2023.

BOTELHO, Thyago D. S. *et al.* Epidemiologia do acidente vascular cerebral no Brasil. **Temas em Saúde**, João Pessoa, v.16, n. 2, 2016. 361-377. Disponível em: https://www.temasemsaude.com/wp-content/uploads/2016/08/16221.pdf#:~:text=RESUMO%3A%20O%20Acidente%20Vascular%20Cerebral%20%28AVC%29%20%C3%A9%20uma,anual%20de%20108%20para%20cada%20100%20mil%20habitantes. Acesso em: 02 nov 2022.

BRITO, Eliana S.; RABINOVICH, Elaine P. Desarrumou tudo!O impacto do acidente vascular encefálico na família. **Saúde e Sociedade**, [s.l], v.17, n. 2, 2008. 153-169. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sausoc/a/GGL749RNzBfPtm98Hxpyf7d/. Acesso em: 02 nov 2022.

BROOME, Marion E. Integrative Literature Reviews for the Development of Concepts. In: RODGERS, Beth L.; KNAFL, Kathleen A. **Concept Development In Nursing:** Foundations Tchniques, and Applications. 2ª. ed. [S.l.]: W.B. SAUNDERS COMPANY, 2000. Cap. 13, p. 231-249. ISBN 072168243X, 9780721682433. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238248432_Integrative_literature_reviews_for_the_development_of_concepts. Acesso em: mar 2023.

BUNDY, David T. *et al.* Contralesional Brain-Computer Interface Control of a Powered Exoskeleton for Motor Recovery in Chronic Stroke Survivors. **Stroke**, [s.l.], v.48, n. 7, 2017. 1908-1915. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28550098/. Acesso em: abr 2023.

CACHO, Enio W. A.; DE MELO, Francisco R. L. V.; DE OLIVEIRA, Roberta. Avaliação da recuperação motora de pacientes hemiplégicos através do protocolo de desempenho físico Fugl-Meyer. **Revista Neurociências**, [S.l], v.12, n. 2, 2004. 94-102. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8877. Acesso em: mai 2023.

CANCELA, Diana M. G. O acidente vascular cerebral- classificação, principais consequências e reabilitação. **Psicologia.com.pt**, [s.l.], 2008. 1-18. Disponível em: https://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0095.pdf. Acesso em: nov 2022.

CORRÊA, Juliana B. *et al.* Estimulação elétrica funcional na subluxação crônica do ombro após acidente vascular encefálico: relato de casos. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.16, n. 1, jan/mar 2009. 89-93. Disponível em: https://www.scielo.br/j/fp/a/3YtmDpkFgdVD3373vFQjgtF/?format=pdf. Acesso em: mar 2023.

CRUZ, Keila C. T. D.; DIOGO, Maria J. D. Evaluation of functional capaciy in elders with encephalic vascular accident. **Acta Paul Enferm**, [s.l], v.22, n. 5, 2009.

ESPER, Aulina J. F.; CUNHA, Cristiano J. C. D. A. Liderança autêntica: uma revisão integrativa. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, v.5, n. 2, abr./jun. 2015. 60-72. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=350450617007. Acesso em: nov 2022.

FRANCESCHINI, Marco; CERAVOLO, Maria G.; SALE, Patrizio. Action observation therapy in the subacute phase promotes dexterity recovery in right-hemisphere stroke patients. **BioMed research international**, [S.l], v.2014, 2014. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24967372/. Acesso em: mar 2023.

JANG, Yun Y.; KIM, Tae H.; LEE, Byoung H. Effects of brain–computer interface-controlled functional electrical stimulation training on shoulder subluxation for patients with stroke: a randomized controlled trial. **Occupational therapy international**, [s.l], v.23, n. 2, fev 2016. 175-185. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/oti.1422. Acesso em: abr 2023.

JERVIS-RADEMEYER, Hope *et al.* Therapists' perspectives on using brain-computer interface-triggered functional electrical stimulation therapy for individuals living with upper extremity paralysis: a qualitative case series study. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v.19, n. 1, 2022. 1-14. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36419166/. Acesso em: abr 2023.

KIM, TaeHoon; KIM, SeongSik; LEE, ByoungHee. Effects of action observational training plus brain–computer interface-based functional electrical stimulation on paretic arm motor recovery in patient with stroke: a randomized controlled trial. **Occupational therapy international**, [S.l], v.23, n. 1, 2016. 39-47. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/oti.1403. Acesso em: abr 2023.

MAKI, T *et al.* Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [S.l], v.10, n. 2, 2006. 177-183. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbfis/a/kYcjCHRWD7x839FvtVjVctj/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: mai 2023.

MEIRELES, Cecília V. *et al.* Effects of virtual reality training in the upper limb motor coordination of individuals post- stroke: a systematic review with meta-analysis. **Original ReserchGate**, [s.l], v.29, n. 1, maio 2022. 11-21. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360488632_Effects_of_virtual_reality_traini

ng_in_the_upper_limb_motor_coordination_of_individuals_post-_stroke_a_systematic_review_with_meta-analysis. Acesso em: nov 2022.

MELO, Denise M.; BARBOSA, Altemir J. G. O uso do Mini-Exame do Estado Mental em pesquisas com idosos no Brasil: uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, dez, v.20, n. 12, 2015. 3865-3876. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/Rr7T7c755Cz9XHzWzwQKZNP/?lang=pt. Acesso em: mai 2023.

MIZUNO, Katsuhiro *et al.* Evaluating the Effectiveness and Safety of the Electroencephalogram-Based Brain-Machine Interface Rehabilitation System for Patients With Severe Hemiparetic Stroke: Protocol for a Randomized Controlled Trial (BEST-BRAIN Trial). **JMIR research protocols**, [s.l], v.7, n. 12, 2018. e12339. Disponível em: https://www.researchprotocols.org/2018/12/e12339/. Acesso em: abr 2023.

REIS, Priscila C. D. Atuação da Terapia Ocupacional junto a idosos com Doença de Parkinson: Revisão Integrativa da Literatura. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Terapia Ocupacional) - Universidade Federal de São Carlos.**, São Carlos, 2015. 1-33. Acesso em: dez 2022.

RUSSO, Thiago L. D.; LIEBANO, Richard E. Eletroestimulação como recurso terapeutico na reabilitação pós AVC. In: DA CRUZ, Daniel M. C.; ZANONA, Aristela D. F. **Reabilitação Pós-AVC:** Terapia Ocupacional e Interdiciplinaridade. 1ª. ed. Rio de Janeiro: MeedBook, 2023. Cap. 29, p. 302-309.

SALIBA, Viviane A. Tradução e adaptação transcultural da escala Motor Activity Log para avaliação da quantidade e qualidade de uso do membro superior de hemiplégicos. **Programa de Ciências da Reabilitação. Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2009. 1-88. Disponível em: https://doceru.com/doc/88e0s0. Acesso em: mai 2023.

SANTOS, Antonio C. *et al.* Equipamentos para Estimulação Elétrica Funcional. **Acta Fisiátrica**, [S.l.], v.2, n. 3, 1995. 18-23. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/101979/100393%20(. Acesso em: mar 2023.

SOUTO, Shayze D. R.; ANDERLE, Paula; GOULART, Bárbara N. G. D. Iniquidades raciais no acesso à reabilitação após acidente vascular cerebral: estudo da população brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, Porto Alegre, v.27, n. 05, maio 2022. 1919-1928. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/QXpxc4njqQFY7VjNqSFg8zf/. Acesso em: nov 2022.

VIEIRA, Jusciaane C. Interface cérebro-máquina utilizando o EEG humano: movendo o avatar num ambiente virtual utilizando atividade elétrica do cérebro. **ATTENA - Repositorio Digital da UFPE**, Recife- PE, 2018. 1-71. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29719. Acesso em: mar 2023.

ZANONA, Aristela D. F.; MOREIRA, Marcela C.; HAZIN, Vitor. Interface cérebro-máquina: a técnologia em favor da reabilitação pós-AVC. In: DA CRUZ, Daniel M. C.; ZANONA, Aristela D. F. **Reabilitação Pós-AVC:** Terapia Ocupacional e

Interdisciplinaridade. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Meedbook, Daniel Marinho Cezar da Cruz (Autor), Aristela de Freitas Zanona (Autor). Cap. 28, p. 293-301.