

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

PAULO RODRIGUES ALVES

Revisão sistemática sobre equipamentos de reabilitação de membros superiores com foco em Acidente Vascular Encefálico

São Carlos

2020

PAULO RODRIGUES ALVES

Revisão sistemática sobre equipamentos de reabilitação de membros superiores com foco em Acidente Vascular Encefálico

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientadora: Prof. Dr. Zilda de Castro Silveira

Colaboração: MSc. Ismael Motta Barbosa

São Carlos

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes

R474r Rodrigues Alves, Paulo
Revisão sistemática sobre equipamentos de reabilitação de membros superiores com foco em Acidente Vascular Encefálico. / Paulo Rodrigues Alves; orientadora Zilda de Castro Silveira. São Carlos, 2020.

Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2020.

1. Acidente Vascular Encefálico. 2. AVE. 3. Incapacidade funcional. 4. Tecnologias assistivas. 5. Dispositivo assistivo mecânico. 6. Dispositivo assistivo robótico. 7. Cerebrovascular accident. 8. CVA. I. Título.

da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Candidato: Paulo Rodrigues Alves, nº USP 8550861

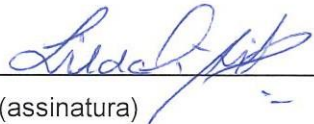
Título: Revisão sistemática sobre equipamentos de reabilitação de membros superiores com foco em Acidente Vascular Encefálico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo
Curso de Engenharia Mecânica.

BANCA EXAMINADORA

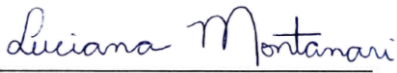
Profa. Dra. Zilda de Castro Silveira
SEM-EESC-USP
(Orientadora)

Nota atribuída: 9,0 (nove)


(assinatura)

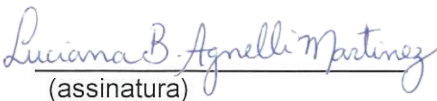
Profa. Dra. Luciana Montanari
SEM-EESC-USP

Nota atribuída: 9,0 (nove)


(assinatura)

Profa. Dra. Luciana B. A. Martinez,
Depto Terapia Ocupacional, UFSCar

Nota atribuída: 9,0 (nove)


(assinatura)

Média: 9,0 (nove)

Resultado: Aprovado

Data: 06/07/2020.

Este trabalho tem condições de ser hospedado no Portal Digital da Biblioteca da EESC

SIM NÃO Visto do orientador



RESUMO

Alves, P. R. (2020). **Revisão sistemática sobre equipamentos de reabilitação de membros superiores com foco em Acidente Vascular Encefálico.** Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Mecânica, EESC-USP. 84p

Este trabalho teve como objetivo principal elaborar uma revisão sistemática sobre dispositivos assistivos, com princípios puramente mecânicos, semiativos e ativos (robóticos) destinados a atividades terapêuticas e reabilitação de membros superiores com foco em indivíduos acometidos por Acidente Vascular Encefálico (AVE). A deficiência acomete uma grande parcela da população mundial, seja ela, temporária ou permanente, e causa impacto não somente na qualidade de vida do indivíduo e familiares, mas na economia. Dentre as doenças crônicas, o Acidente Vascular Encefálico (AVE) é a segunda maior causa de morte em adultos e a principal causa de incapacidade funcional a longo prazo em âmbito mundial. Atividades terapêuticas e protocolos de reabilitação são meios fundamentais da saúde nos processos de recuperação destes indivíduos. Para ambos, o uso de dispositivos assistivos e equipamentos de reabilitação são fundamentais para proporcionar aumento de tônus muscular e outros aspectos cognitivos. Os resultados dos estudos convergiram para um resultado comum. Os 17 artigos analisados indicam que tanto a terapia assistida por dispositivos mecânicos quanto a assistida por dispositivos robóticos são capazes de promover melhorias nas capacidades funcionais dos membros superiores de indivíduos acometidos por AVE. Quando comparadas com a terapia convencional, ambos os tipos de terapias assistidas também demonstraram resultados similares. Porém, Iwamuro, B. T. *et al* (2008) demonstraram que o grupo experimental obteve melhores resultados nos valores de atividades eletromiográficas dos ombros em tarefas de alcance, em virtude da redução dos requisitos para atividade dos ombros imposta pela tecnologia WREX. Esta melhora gerada unicamente pela tecnologia utilizada, demonstra o potencial de se promover melhorias na realização de atividades específicas a partir de um projeto específico de tecnologia assistiva.

Palavras-chave: *Acidente Vascular Encefálico. AVE. Incapacidade funcional. Tecnologias assistivas. Dispositivo assistivo mecânico. Dispositivo assistivo robótico.*

ABSTRACT

Alves, P. R. (2020). Systematic review of upper limb rehabilitation equipment with a focus on stroke. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Mecânica, EESC-USP. 84p

This work had as main objective to elaborate a systematic review on assistive devices, with purely mechanical, semi-active and active (robotic) principles intended for therapeutic activities and rehabilitation of upper limbs with a focus on individuals affected by Cerebrovascular Accident (CVA). Disability affects a large portion of the world population, whether temporary or permanent, and has an impact not only on the quality of life of individuals and families, but on the economy. Among chronic diseases, cerebrovascular accident (stroke) is the second leading cause of death in adults and the main cause of long-term functional disability worldwide. Therapeutic activities and rehabilitation protocols are fundamental means of health in the recovery processes of these individuals. For both, the use of assistive devices and rehabilitation equipment are essential to provide an increase in muscle tone and other cognitive aspects. The results of the analyzed articles converged to a common result. The 17 articles analyzed indicate that both therapy assisted by mechanical devices and assisted by robotic devices are able to promote improvements in the functional capacities of the upper limbs of individuals affected by stroke. When compared with conventional therapy, both types of assisted therapies have also shown similar results. However, Iwamuro, B. T. et al (2008) demonstrated that the experimental group obtained better results in the values of electromyographic activities of the shoulders in reach tasks, due to the reduction of the requirements for shoulder activity imposed by the WREX technology. This improvement, generated solely by the technology used, demonstrates the potential to promote improvements in the performance of specific activities based on a specific assistive technology project.

Key-words: *Cerebrovascular accident. CVA. Funcional disability. Assistive Technologies. Mechanical assistive devices. Robotic assistive devices.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: (a) Porcentagem de indivíduos com deficiência no Brasil, segundo o Censo de 2010; (b) Distribuição percentual, por faixas etárias, da incidência de deficiências.....	34
Figura 4.1: Fluxograma de seleção de artigos	45
Figura 4.2: Saeboflex.	62
Figura 4.3: Órtese de mão e punho dinâmica	63
Figura 4.4: SaeboMAS.....	65
Figura 4.5: SaeboGlove.....	67
Figura 4.6: T-WREX.....	71
Figura 4.7: NeReBot	74
Figura 4.8: Órtese eletromecânica.....	75
Figura 4.9: Gloreha.	77
Figura 4.10: MEWHO – Myoelectric Elbow-Wrist-Hand Orthosis.....	80
Figura 4.11: Sistema assistivo robótico eletromecânico com estímulo elétrico neuromuscular	81
Figura 4.12: Barret WAM braço robótico.	84
Figura 4.13: Órtese motorizada com algoritmos de controle.	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Classificação de produtos assistivos ISO 9999.	38
Quadro 2.2: Classificação HEART de Tecnologia Assistiva.	39
Quadro 2.3: Classificação norte americana de Tecnologia Assistiva.	40
Quadro 4.1: Pergunta-chave	43
Quadro 4.2: Intervenção, desfecho e população.....	43
Quadro 4.3: Strings utilizados na busca	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	-	American with Disabilities Act
ARAT	-	Action Research Arm Test
AVE	-	Acidente Vascular Encefálico
BBT	-	Box and Block Test
BI	-	Barthel Index
FAT	-	Franchay Arm Test
FIM	-	Motor-Functional Independence Measure
FMA	-	Fugl-Meyer Assessment
HEART	-	Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology
MAL	-	Motor Activity Log
MI	-	Motricity Index of the Arm
MRC	-	Medical Research Council
NIHSS	-	National Institute of Health Stroke Scale
OMS	-	Organização Mundial da Saude
RCT	-	Randomized Controlled Trial
TA	-	Tecnologia Assistiva
TEMPA	-	Test d'Évaluation des Membres Supérieurs de Personnes Âgées
UAT	-	Utrecht Arm/Hand Test
VAS	-	Visual Analog Scale
WHO	-	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	31
2 EMBASAMENTO TEÓRICO.....	33
2.1 Deficiência.....	33
2.2 Acidente Vascular Encefálico (AVE).....	34
2.3 Tecnologia da saúde	35
2.3.1 Classificação.....	37
2.3.2 Órteses e próteses	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 Materiais.....	41
3.2 Método de estruturação de pesquisa.....	41
3.3 Contexto histórico da revisão sistemática	42
4 REVISÃO SISTEMÁTICA: ESTRUTURAÇÃO E RESULTADOS.....	43
4.1 Planejamento	43
4.1.1 Pergunta chave, intervenção, desfecho e população.....	43
4.1.2 Construção das strings e busca nas bases de dados	43
4.2 Resultados	45
5 DISCUSSÃO.....	47
5.1. Dispositivos mecânicos	47
5.5.2 Dispositivos robóticos	48
6 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	52
Apêndice A - Resumo de informações: Dispositivos Mecânicos.....	60
Apêndice B – Resumo de informações: Dispositivos Robóticos	73
Apêndice C – Testes e avaliações contemplados nos artigos.....	87

1 INTRODUÇÃO

O documento “World Report on Disability” (2011) cuja pesquisa englobou mais de 100 países relata que a deficiência é um desafio universal implicando em custos sociais e econômicos para os próprios indivíduos, famílias, comunidades e nações. Considerando a população mundial em torno de 6,9 bilhões de habitantes, o relatório apontou que há entre 785 (15,6%) e 975 milhões de pessoas (19,4%), segundo a carga global de doenças; acima de 15 anos, que vivem com alguma deficiência. Diante deste cenário, maneiras de aprimorar a qualidade de vida das pessoas acometidas por deficiência tem sido buscadas mundialmente.

O termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado oficialmente em 1988 (Galvão, 2009). A Tecnologia Assistiva é uma expressão relativamente nova, que se refere a um conceito ainda em pleno processo de construção e sistematização (Galvão, 2009). No ramo da engenharia, especificamente na área de projetos de tecnologias assistivas, os fatores mais importantes que guiam o desenvolvimento de aparatos assistivos são as necessidades dos usuários, tais como a praticidade, conforto e eficiência. Neste contexto, com o objetivo de se determinar quais tecnologias melhor atendem estas necessidades, a revisão sistemática tem uma importância especial em função de sua capacidade de fornecer conclusões científicas sobre o tema em questão.

A elaboração de uma revisão sistemática, como um método de pesquisa bem-conceituado, pode ser aplicado a uma variedade de campos de estudo (Thomé, 2016). A revisão consiste em uma estrutura científica, que tem como objetivo coletar a literatura científica relevante sobre um determinado tema, a fim de responder uma pergunta específica de forma objetiva e imparcial.

Dentro do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho é compilar e fornecer informações sobre a eficiência de tecnologias mecânicas e robóticas na reabilitação de membros superiores de pessoas acometidas por AVE.

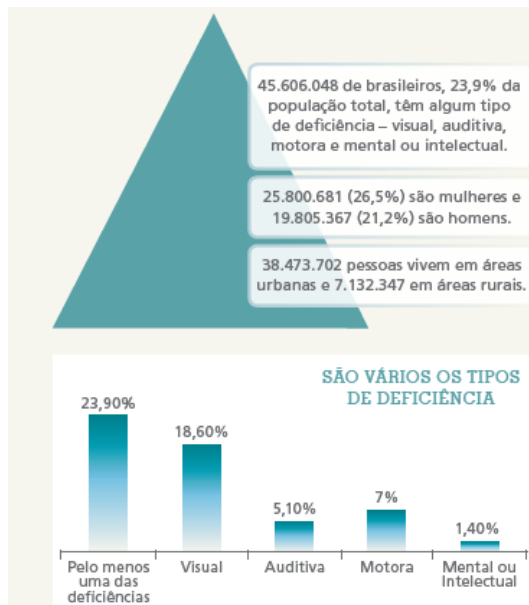
2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Deficiência

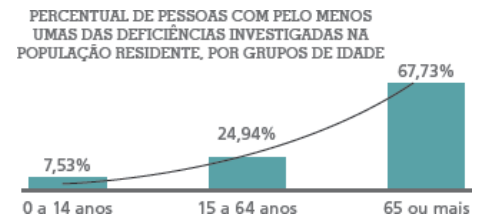
A deficiência é uma condição que pode acometer qualquer pessoa, seja de forma temporária ou permanente, decorrente de acidentes, doenças crônicas não transmissíveis, patologias neuro-motoras (no Brasil, casos como microcefalia) e pelo próprio processo de envelhecimento populacional. Segundo *World Health Organization* – WHO (2011), a deficiência é complexa, dinâmica, multidimensional e contestada, portanto, sendo uma condição humana. O aumento da expectativa de vida em grande parte dos países gera um paradoxo referente ao aumento da incidência de limitações funcionais decorrentes do próprio processo de envelhecimento, ou amplificados por doenças crônicas adquiridas ou acidentes domésticos.

Segundo levantamento do Censo de 2010 do IBGE, apresentado na Figura 2.1 (a), há no Brasil mais de 45 milhões de indivíduos (~24% da população) com algum tipo de deficiência. Deste total, as deficiências motoras respondem por cerca de 7%, isto é, cerca de 3 milhões de indivíduos. Além disso, é importante notar como a distribuição dessas deficiências está relacionada com a faixa etária da população analisada, conforme pode ser visto na Figura 2.1 (b). Há um acréscimo significativo da incidência de deficiências com o aumento da faixa etária. Ainda, a análise do relatório da United Nations (2015) da pirâmide populacional brasileira de 2010 com prospectiva para 2050 indicou um aumento significativo de indivíduos na faixa dos 50 e 60 anos, e ainda entre 70 e 85 anos.

Figura 2.1: (a) Porcentagem de indivíduos com deficiência no Brasil, segundo o Censo de 2010; (b) Distribuição percentual, por faixas etárias, da incidência de deficiências.



(a)



(b)

Fonte: Oliveira (2012)

2.2 Acidente Vascular Encefálico (AVE)

Segundo Allison *et al.* (2016) *apud* Barbosa *et al.* (2016), o AVE é a segunda maior causa de morte em adultos e a principal causa de incapacidade funcional a longo prazo no mundo. Apesar de ser considerada uma patologia que atinge em grande parte os idosos, atualmente há um crescente número de adultos jovens (com menos de 60 anos) afetados (Hunnicut, 2016 *apud* Barbosa, 2016). Cerca de 50 a 70% dos indivíduos acometidos recuperam a independência funcional e, após seis meses, cerca de 50% apresentam hemiparesia/hemiplegia (Heart Disease and Stroke Statistic. (2005) *apud* Marcucci *et al.* (2016)).

AVE é o episódio repentino isquêmico ou hemorrágico que causa geração e integração caótica de comandos neurais das áreas motoras sensoriais do Cortex (Song *et al.* (2008) *apud* Jorge *et al.* (2016)). Ou ainda, segundo Santos *et al.* (2003) *apud* Simionato *et al.* (2013), o AVE ocorre quando a circulação cerebral é obstruída por coágulos ou hemorragias, que causam a necrose (morte) da área cerebral suprida pelo vaso interrompido. Como consequência, a habilidade para seletivamente ativar tecido muscular para realizar movimentos é reduzida (Prange *et al.* (2006) *apud* Jorge *et al.* (2016)). Em

outras palavras, a realização de atividades básicas do dia a dia é potencialmente comprometida em vítimas de um AVE.

De maneira geral, as formas de apresentação clínica do AVE seguem os seguintes padrões de apresentação motora (Cruz *et al.* (2012) *apud* Barbosa *et al.* (2016)):

- Hemiparesia direita (lesão de hemisfério dominante): presença do déficit motor (seja plégico, parético, espástico, flácido, rígido, distônico ou atáxico), afasia, apraxias e alterações comportamentais de polo depressivo.

- Hemiparesia esquerda (lesão do hemisfério não dominante): presença do déficit motor (idem ao da hemiparesia direita), fala e comportamento liberados, falta de crítica, diminuição de atenção, negligência e presença de déficits perceptuais como anosognosias.

“Durante as atividades que envolvem o membro superior, mesmo em indivíduos com quadro leve de hemiparesia, os movimentos de alcance no membro acometido são lenificados e limitados pela amplitude de movimento, com trajetória segmentada e coordenação entre as articulações interrompida” (Raimundo *et al.* (2011) *apud* Barbosa *et al.* (2016)). Entre as principais sequelas sensitivo-motora do AVE, pode-se citar a movimentação involuntária devido a hipertonía elástica ou espasticidade. Esta leva a alteração motora devido a lesão da via piramidal (corticoespinal e de cápsula interna), com hiperatividade do sistema do neurônio motor gama, nos fusos musculares (reflexo miotático), que é diretamente proporcional à velocidade do movimento. “Na maioria dos casos, a postura do membro superior é a flexão de cotovelo, punho e dedos, rotação interna e adução de ombro (mais presente nos casos espásticos). Nos casos flácidos, muitas vezes o membro superior é balante, sendo tracionado pela ação da força gravitacional e contribui para assimetria” (Cruz *et al.* (2012) *apud* Barbosa *et al.* (2016)).

2.3 Tecnologia da saúde

Diante dos sérios problemas apresentados referentes às sequelas provenientes do AVE, inevitavelmente surgiu a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que possibilitem eliminar total ou parcialmente as sequelas pós AVE.

O uso das tecnologias na reabilitação traz à reflexão práticas que foram construídas ao longo de décadas (LOWMAN; KLINGER, 1969) (COOK; POLGAR, 2008). Os registros de utilização dessas tecnologias datam, nos Estados Unidos, durante o período referente à Primeira Guerra Mundial, com uma valorização no final do século XIX e início do XX, quando dispositivos de assistência se tornaram um meio alternativo para a manutenção da função das pessoas com sequelas das doenças epidêmicas da época. Esses dispositivos tinham sua concepção sustentada na oportunidade de auxílio da pessoa com deficiência física para alcançar autonomia e 22 independências, fosse parcial ou total, para o desempenho de atividades inerentes ao seu cotidiano (DUNTON; LICHT, 1957).

O uso do termo tecnologia assistiva é identificado no cenário internacional no ano de 1988, por meio de um decreto federal publicado pelo senado e câmara dos representantes políticos nos Estados Unidos, que promulgava a Public Law 100-407, em uma assembleia do congresso norte-americano.

O termo tecnologia assistiva só foi adotado no contexto brasileiro, nesta conformação, quando da publicação de obra no ano de 2009 pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), que formulou o conceito e definiu o termo após aprovação por unanimidade em plenária no dia 14 de dezembro de 2007 (CAT/SEDH, 2009). O CAT foi instituído pelo Decreto nº 5.296 em 2004, com o encargo de estruturar as diretrizes e estabelecer as competências de tecnologia assistiva, dentre outras responsabilidades. E, definiu tecnologia assistiva como (CAT/SEDH, 2009, p.9): *Uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.* Anterior à obra do CAT, nos documentos oficiais do governo brasileiro, pode ser encontrado no Decreto nº 3.298 de 1999, o registro inicial da terminologia ‘ajudas técnicas’ (Brasil, 1999, s/p): Consideram-se ajudas técnicas, para os efeitos deste Decreto, os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social. E, sequencialmente no Decreto nº 5.296 de 2004 (BRASIL, 2004, s/p): Para os fins deste Decreto, consideram-se ajudas técnicas os produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida. No ano de 2011, fomentando as políticas destinadas às pessoas com deficiência, o Governo Federal brasileiro lançou o ‘Viver sem Limite - Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência’, pioneiro na promoção dos direitos das pessoas com deficiência e no uso do termo 24 tecnologias assistiva, seguindo as determinações do CAT - Comitê de Ajudas Técnicas (BRASIL, 2013; BRASIL, 2014).

Com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos indivíduos com funções comprometidas, a partir do completo entendimento de sua necessidade, a área da Tecnologia Assistiva (TA) apresenta as condições para integrar as experiências interdisciplinares com o objetivo de prescrever e muitas vezes gerar soluções que colaborem para o bem-estar e independência do indivíduo (Conte, 2017).

Segundo o relatório do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2012), o qual realizou um mapeamento das competências em TA no Brasil, algumas das principais deficiências e ameaças que limitam o desenvolvimento e a consolidação nacional dessa indústria são: a) Identificação inadequada da necessidade do usuário de TA; b) Falta de avaliação da usabilidade dos produtos e serviços de TA; c) Reduzida transferência de tecnologia entre os centros tecnológicos e a indústria nacional; d) Produtos estrangeiros sem competitividade nacional; e) Migração de desenvolvedores para áreas mais valorizadas.

Por outro lado, o mesmo relatório identifica também forças e oportunidades neste contexto, como por exemplo, atores nacionais portadores de tecnologia com inovações próprias; possibilidade de protótipos físicos e outros recursos computacionais que podem ser utilizados para projetos em TA e geração de soluções nacionais independentes do eixo EUA/Europa.

Varela e Oliver (2013) elucidam que a variedade deste tipo de produto fabricado no Brasil é pequena e grande parte dos aparelhos importados não dispõe de isenção tributária, elevando significativamente o seu custo. Diante deste cenário, os mesmos autores enfatizam que, para muitas famílias, o acesso à TA se restringe aos recursos disponíveis no Sistema Único de Saúde (SUS), que constam da lista de concessão de órtese e prótese, com somente alguns modelos básicos de equipamentos para locomoção e de aparelhos para deficiência visual e aditiva. Diante destes fatos, somados ao envelhecimento populacional, que pode implicar em um aumento de pessoas com risco de desenvolver um tipo de deficiência, é importante que seja incentivado projetos que atendam esta demanda, tanto no setor público quanto privado.

2.3.1 Classificação

Num estudo sobre classificação de TA (Comitê de Ajudas Técnicas, 2009), foram adotadas três referências que apresentam abordagens distintas de classificação e foco: ISO 9999 (International Standardization Organization); Classificação *Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology* – HEART; e Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva, do Instituto Nacional de Pesquisas em Deficiências; e Reabilitação, dos Programas da Secretaria de Educação Especial, do Departamento de Educação dos Estados Unidos, respectivamente apresentadas a seguir.

A ISO 9999 (2007, 2008) é focada especificamente em recursos, que são organizados em categorias que se desdobram em itens de produtos. Tem como objetivo estabelecer uma classificação de produtos assistivos, especialmente produzidos ou geralmente disponíveis para pessoas com deficiência. Também estão incluídos nesta classificação produtos assistivos que requerem o auxílio de outra pessoa para a sua operação. As classes de produtos assistivos são apresentados no Quadro 2.1.

O modelo HEART, Quadro 2.2, surgiu do Programa *Technology Initiative for Disabled and Elderly People- TIDE*, da União Europeia, que propõe um foco em Tecnologia Assistiva. Este modelo considera três grandes áreas de formação em TA, cada área possui ainda mais dois subníveis de classificação, como mostrado.

Quadro 2.1: Classificação de produtos assistivos ISO 9999.

ISO 9999
Tratamento médico pessoal
Treinamento de habilidades
Órteses e Próteses
Proteção e cuidados pessoais
Mobilidade pessoal
Cuidados com o lar
Mobiliário e adaptações para residências e outras edificações
Comunicação e informação
Manuseio de objetos e equipamentos
Melhorias ambientais, ferramentas e máquinas
Lazer

Fonte: Adaptado de Comitê de Ajudas Técnicas (2009).

Por fim, esta classificação norte americana de 2000 (do Instituto Nacional de Pesquisas em Deficiências e Reabilitação, dos Programas da Secretaria de Educação Especial – Departamento de Educação dos Estados Unidos) sobre os recursos e serviços é feita em dez grupos, os quais englobam itens associados aos temas dos grandes grupos, como representado na Quadro 2.3.

Pode-se concluir, por fim, que há diversas maneiras de se classificar TA, com base nas grandes referências apresentadas, as quais, apesar de abordarem o mesmo tema, apresentam-se ora mais abrangentes, ora mais específicas, pois são feitas de acordo com os objetivos de cada uma.

Quadro 2.2: Classificação HEART de Tecnologia Assistiva.

CLASSIFICAÇÃO HEART		
Componentes técnicos	Comunicação	Comunicação interpessoal
		Acesso a computador/ interfaces com usuários
		Telecomunicações
		Leitura/ Escrita
	Mobilidade	Mobilidade Manual
		Mobilidade Elétrica
		Acessibilidade
		Transportes Privados
		Transportes Públicos
		Próteses e Órteses
	Manipulação	Posicionamento
		Controle de ambiente
		Atividades da vida diária
		Robótica
		Próteses e Órteses
	Orientação	Recreação e Desporto
		Sistemas de navegação e orientação
Componentes Humanos	Componentes Humanos	Cognição
		Tópicos sobre a Deficiência
		Aceitação de TA
		Seleção de TA
		Aconselhamento de TA
Componentes Socioeconômicos	Componentes Socioeconômicos	Atendimento Pessoal
		Noções básicas de TA
		Noções Básicas de desenho universal
		Emprego
		Prestação de serviços
		Normalização/ Qualidade
		Legislação/ Economia
Recursos de Informação		

(Fonte: Adaptado de Comitê de Ajudas Técnicas, 2009).

Quadro 2.3: Classificação norte americana de Tecnologia Assistiva.

CLASSIFICAÇÃO NORTE AMERICANA
Elementos Arquitetônicos
Elementos Sensoriais
Computadores
Controles
Vida independente
Mobilidade
Órtese/ Próteses
Recreação/ Lazer/ Esportes
Moveis Adaptados
Serviços

Fonte: Adaptado de Comitê de Ajudas Técnicas (2009).

2.3.2 Órteses e próteses

A classe ‘órteses e próteses’ está presente em cada uma das classificações de TA apresentadas anteriormente (na seção 3.2.1) e os estudos publicados nos diversos artigos demonstram a importância da existência de dispositivos que auxiliem a realização de atividades do cotidiano e aumentem a qualidade de vida e contribuam para inclusão social daqueles que necessitam das mesmas. No Sistema Único de Saúde brasileiro, o SUS, há entidades cadastradas como concessionárias de órteses e próteses, distribuídas de acordo com a densidade populacional no território nacional (CAT, 2009). São dezenas de modelos disponíveis para a população (Portal Brasil, 2012), o que reforça a importância de se proporcionar melhores condições àqueles que necessitam e de incentivar o desenvolvimento de novos projetos.

Próteses são dispositivos implantados e utilizados como substituição de parte do corpo, como membros ou articulações, por exemplo (Portal Brasil, 2012). Órteses também podem estabilizar, imobilizar, aliviar o corpo ou membros afetados, fornecer orientação correta, manter as funções ou reduzir a dor (Ottobock, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Nesse trabalho foram realizadas pesquisas em três bases de dados. PubMed, Scopus e Web of Science.

PubMed é um motor de busca de livre acesso à base de dados MEDLINE de citações e resumos de artigos de investigação em biomedicina. Oferecido pela Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (PubMed, 2020). MEDLINE tem aproximadamente 4.800 revistas publicadas aos Estados Unidos e em mais de 70 países de todo o mundo desde 1966 até a atualidade.

SciVerse Scopus é um banco de dados de resumos e citações de artigos para jornais/revistas acadêmicos. Abrange cerca de 19,5 mil títulos de mais de 5.000 editoras internacionais, incluindo a cobertura de 16.500 revistas peer-reviewed nos campos científico, técnico, e de ciências médicas e sociais (incluindo as artes e humanidades) (Scopus, 2020). É propriedade da Elsevier e é disponibilizado na Web para assinantes. Buscas na SciVerse Scopus incorporam pesquisas científicas de páginas da web através de Scirus, outro produto Elsevier, bem como bancos de dados de patentes.

O Web of Science (anteriormente conhecido como Web of Knowledge) é um site que fornece acesso baseado em assinatura a vários bancos de dados que fornecem dados abrangentes de citações para muitas disciplinas acadêmicas diferentes (Web of Science, 2020). Foi originalmente produzido pelo Institute of Scientific Information (ISI) e atualmente é mantido pela Clarivate Analytics.

3.2 Método de estruturação de pesquisa

A revisão sistemática é um tipo de investigação científica que tem por objetivo reunir, avaliar criticamente e conduzir uma síntese dos resultados de múltiplos estudos primários (Cook e Hussey, 1997). Diferente da revisão narrativa, que permite um viés subjetivo e não sistemicamente estruturado, a revisão sistemática possui uma estrutura bem definida que parte de uma pergunta chave que permitirá uma busca e seleção criteriosa de artigos com o intuito de responder à pergunta-chave. A formulação da pergunta chave envolve a definição da Intervenção, Desfecho e População. A definição desses parâmetros em conjunto com a pergunta chave dará o direcionamento sistêmico da revisão.

Como em qualquer forma de pesquisa, as revisões sistemáticas são consideradas investigações científicas em si mesmas (Dixon, 2005 *apud* Cordeiro, 2007) e, assim como as demais revisões, elas são qualificadas como estudos observacionais retrospectivos. Outros as situam em algum lugar entre os estudos experimentais e observacionais, não podendo ser inteiramente classificadas em nenhuma das duas categorias (Dawson, 2003).

3.3 Contexto histórico da revisão sistemática

As primeiras técnicas formais da combinação dos resultados de diferentes estudos foram elaboradas e publicadas no *British Medical Journal*, pelo matemático britânico Karl Pearson, em 1904. Ele estudou o efeito preventivo das inoculações contra a febre entérica, ao observar que os resultados de pequenos estudos isolados não ofereciam condições para se obter conclusões sobre o assunto, sem que uma grande probabilidade de erro existisse Beecher. (1955)) *apud* Cordeiro et al. (2007).

Em 1955, aparece a primeira revisão sistemática sobre um cenário clínico, publicada no *Journal of American Medical Association* (Beecher (1955) *apud* Cordeiro et al. (2007)). Antes dessa data, surgiram algumas publicações que abordavam os métodos estatísticos – metanálise – para combinar resultados de estudos independentes. O termo metanálise surgiu, pela primeira vez, em 1976, em artigo da revista *Educational Research* (Glass. (1976) *apud* Cordeiro et al. (2007)).

A era das revisões sistemáticas com metanálises, na área da Saúde, se consolidou no final da década de 80 com a publicação do livro *Effective Care During Pregnancy and Childbirth* Chalmers *et al.* (1989)) *apud* Cordeiro et al. (2007). Duas outras publicações da mesma época, uma em Cardiologia Yusuf *et al.* (1985)) *apud* Cordeiro et al. (2007) e outra em Oncologia ⁶ tiveram grande importância.

Na década de 90, ocorre a fundação da *Cochrane Collaboration* <<http://www.cochrane.org/index.htm>>, organização internacional que surge em reconhecimento a um dos criadores da MBE, professor Archie Cochrane, pesquisador britânico e autor do livro *Effectiveness and Efficiency: Random Reflections on Health Service* (1972). A *Cochrane Collaboration* tem como objetivo preparar, manter e disseminar revisões sistemáticas na área da Saúde. Somente na Europa, instalaram-se sete centros *Cochrane* (França, Alemanha, Grã-Bretanha, Espanha, Itália, Holanda e Dinamarca), além de centros no Canadá, China, Austrália, Nova Zelândia, África do Sul e Brasil (Castro *et al.* (2006) *apud* Cordeiro *et al.* (2007)).

Também na década de 90, apareceram as duas primeiras teses que consistiam em revisões sistemáticas com metanálises: uma na Inglaterra e outra no Brasil. Em Oxford, Alejandro Jadad defendeu sua tese de Doutorado, e, em São Paulo, Jair de Jesus Mari a de Livre Docência na Escola Paulista de Medicina, ambas em 1994. Em 1997, também na Escola Paulista de Medicina, foi defendida a primeira tese de doutoramento cujo tema foi a revisão sistemática com metanálise Soares. (1997)) *apud* Cordeiro *et al.* (2007).

Em 1995, um grupo de cientistas reunidos em Potsdam (Alemanha) definiu como revisão sistemática "a aplicação das estratégias científicas que limitam o viés de seleção e avaliam com espírito científico os artigos e sintetizam todos os estudos relevantes em tópicos específicos Perissé *et al.* (2001)) *apud* Cordeiro et al. (2007).

4 REVISÃO SISTEMÁTICA: ESTRUTURAÇÃO E RESULTADOS

4.1 Planejamento

O objetivo desta revisão sistemática é compilar informações das literaturas relevantes sobre tecnologias de reabilitação mecânica e robótica para que o desenvolvimento deste ramo, especialmente no Brasil, seja incentivado. O planejamento e estruturação deste trabalho seguiu os moldes descritos na seção 3.2 da parte teórica deste trabalho.

4.1.1 Pergunta chave, intervenção, desfecho e população

Em uma revisão sistemática, o primeiro passo é a definição dos parâmetros que servirão de horizonte para a estruturação do trabalho. Estes parâmetros são a pergunta-chave, intervenção, desfecho e população.

A pergunta-chave é o ponto principal de uma revisão sistemática. Todo o trabalho é estruturado e direcionado de acordo com esta pergunta, e com o objetivo de respondê-la. A definição dos outros parâmetros citados depende diretamente da formulação da pergunta-chave.

Quadro 4.1: Pergunta-chave

Pergunta-chave	Tecnologia mecânica x robótica: Qual tipo de dispositivo se destaca na reabilitação dos membros superiores de pessoas que sofreram AVE?
-----------------------	---

Em seguida, foram definidos os parâmetros restantes:

Quadro 4.2: Intervenção, desfecho e população

Intervenção	Dispositivo de tecnologia de reabilitação
Desfecho	Avaliação de reabilitações de membros superiores
População	Pessoas que sofreram AVE

4.1.2 Construção das strings e busca nas bases de dados

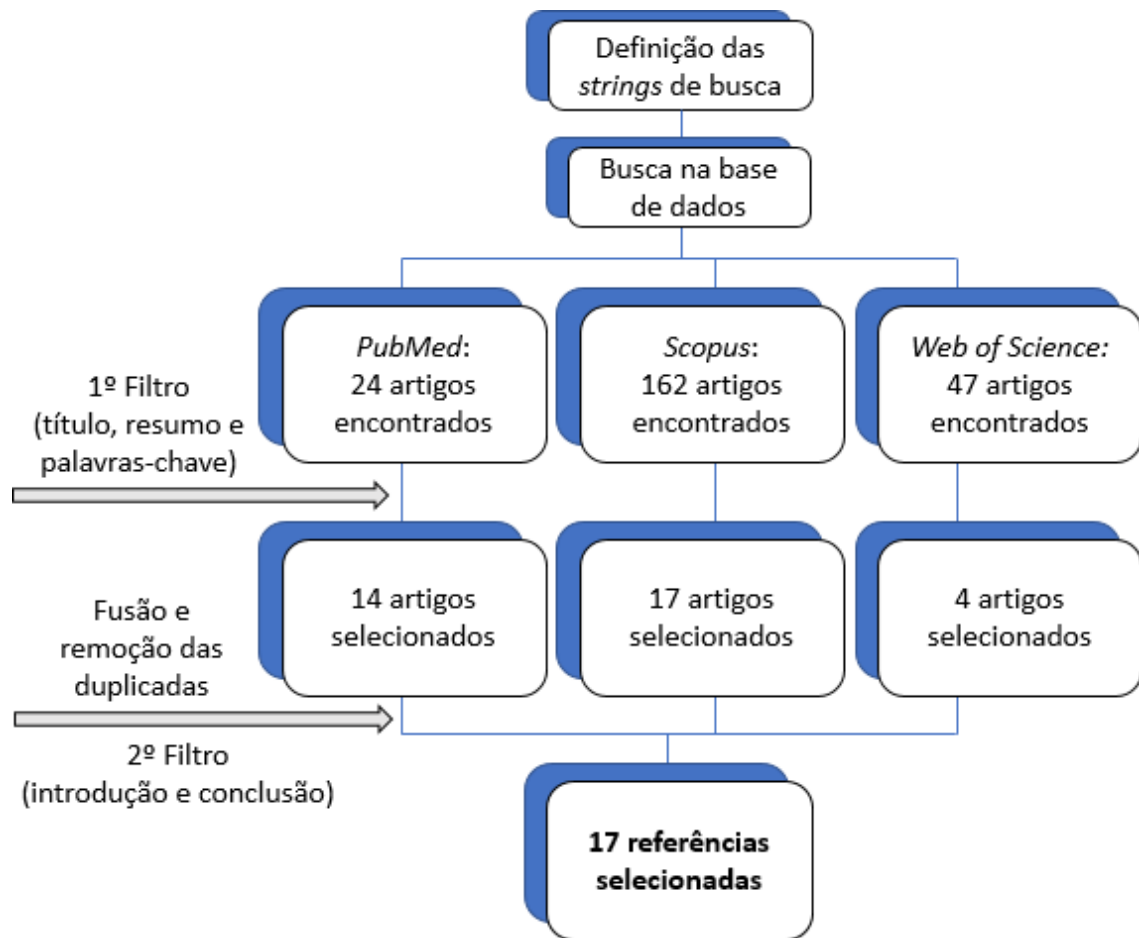
A definição dos strings que são usados na busca nas bases de dados são criados de acordo com os parâmetros definidos anteriormente. Os strings definidos estão ilustrados no quadro abaixo:

Quadro 4.3: Strings utilizados na busca

Strings de busca
("orthoses" OR "orthosis" OR "assistive device" OR "assistive technology") AND ("equipment and supplies" OR "apparatus" OR "device") AND ("evaluation" OR "evaluate" OR "exercise therapy" OR "rehabilitation exercise" OR "activities" OR "daily living" OR "limitation of activity" OR "randomized controlled trial") AND ("upper extremity" OR "upper limb" OR "arm") AND ("stroke" OR "CVA" OR "cerebral stroke" OR "cerebrovascular accident")

Após a definição das strings, foram realizadas buscas nas bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science. Em seguida, foi realizada uma leitura do título, resumo e palavras-chave de todos os artigos gerados na busca, e foram selecionados os artigos que satisfizeram os seguintes critérios: (I) artigos com metodologia empírica que analisa a eficiência da tecnologia assistiva em questão; (II) população adulta (III) artigos datados a partir de 2006. Posteriormente, os artigos selecionados foram divididos em 2 grupos: (a) dispositivos mecânicos, e (b) dispositivos robóticos. Finalmente, foi realizada uma leitura mais aprofundada dos artigos selecionados com o intuito de verificar se de fato se enquadravam nos critérios estabelecidos, e se artigos repetidos não foram acidentalmente incluídos. Os números de artigos incluídos e excluídos de acordo com a metodologia estão ilustrados no fluxograma abaixo.

Figura 4.1: Fluxograma de seleção de artigos



4.2 Resultados

Conforme ilustrado na Figura 4.1, a busca gerou, após a aplicação de todos os filtros citados, 17 artigos. Destes, 8 artigos analisam a eficiência de dispositivos de reabilitação mecânicos, e 9 artigos a eficiência de dispositivos de reabilitação robóticos. Finalmente, foi realizada uma leitura sistemática de todos os artigos selecionados. As informações relevantes (modelo do estudo, tecnologia assistiva analisada, amostra, método de avaliação, e resultados) extraídas dos artigos que analisam dispositivos mecânicos e robóticos estão descritas no Apêndice A e Apêndice B, respectivamente. Além disso, as informações referentes aos métodos de avaliação contemplados nos artigos podem ser conferidas no Apêndice C.

5 DISCUSSÃO

5.1. Dispositivos mecânicos

Após análise detalhada de todos os artigos que analisam dispositivos mecânicos, foi notado que os resultados convergem para um resultado comum. Em todos os artigos, houve uma melhora do desempenho dos membros superiores dos pacientes após o treinamento com o dispositivo de reabilitação.

Dos oito artigos analisados, cinco não possuem um grupo de controle e, conseqüentemente, não é possível de se estabelecer uma relação direta entre a eficiência da terapia com dispositivos de reabilitação e a terapia convencional. Porém, estes artigos servem como evidências da eficácia dos dispositivos para a recuperação dos membros superiores em pessoas que sofreram AVE. Nesses 5 artigos, cujos detalhes referentes à metodologia, tecnologia assistiva analisada, espaço amostral, e resultados, podem ser encontrados Apêndice A. Os resultados estatísticos demonstram claramente um aprimoramento na capacidade de movimentação e realização de movimentos essenciais para o dia a dia e qualidade de vida dos pacientes.

Os três artigos restantes que analisam tecnologias mecânicas possuem um grupo de controle (RCTs) e, conseqüentemente, é possível de se estabelecer uma relação entre a eficiência da terapia com uso de tecnologia de reabilitação e a terapia convencional. Segundo Nijenhuis (2016), ambos os grupos apresentaram melhoras moderadas no FMA e ARAT, e não houve uma diferença de resultados estatisticamente relevante entre o grupo de controle e o grupo experimental (grupo assistido pela tecnologia mecânica). Este estudo possui a peculiaridade de ser um dos primeiros RCTs que avalia os pacientes em suas casas, sem o auxílio de terapeutas em tempo real. A aceitação e engajamento de ambos os grupos com a terapia foi similar aos observados em terapias dentro dos hospitais. Esta aceitação dos pacientes de terapia auto administrada está em acordo com os resultados encontrados por outro estudo não contemplado nesta revisão sistemática (Sivan, (2014). É importante notar que o tempo de engajamento com a terapia do grupo de controle foi maior em relação ao grupo experimental, o que pode ter influenciado os resultados. Esta diferença de engajamento ocorreu provavelmente porque o grupo experimental tinha três jogos disponíveis para realização da terapia, ao passo que o grupo de controle tinha 34 exercícios à disposição. Ainda, os resultados limitados observados no grupo experimental podem estar relacionados com o fato de que 180 minutos por semana de treinamento não foram alcançados. A duração total do treinamento acumulou 11.8 horas, o que é provavelmente insuficiente para gerar os resultados desejados em todos os pacientes, conforme reportado por outros estudos que avaliam terapia auto administrada (Sivan, 2014) e (Donoso, 2014).

No segundo RCT analisado, Housman, (2007), o grupo experimental apresentou resultados ligeiramente melhores, porém, não estatisticamente relevantes. Após dois meses de treinamento com

níveis comparáveis de supervisão terapêutica, ambos os grupos demonstraram melhorias significativas nos resultados de Fugl-Meyer. Os indivíduos que receberam terapia com T-WREX apresentaram melhores pontuações, no entanto, quando foram consideradas diferenças nos resultados da linha de base, a mudança dos valores apontados pelo Fugl-Meyer do pré para o pós-tratamento não se mostrou significativamente diferente entre os grupos ($p = 0,18$). Porém, os pacientes do grupo experimental demonstraram uma tendência de obter maiores ganhos. Os indivíduos do grupo experimental relataram melhorias significativas ($p = 0,05$) na qualidade e / ou habilidade do movimento do braço afetado na sub escala "How Well" do Registro de Atividades Motoras (Motor Activity Log). Os indivíduos do grupo controle relataram um ganho médio de 0,15 pontos ($\pm 0,3$ DP), que se aproximou da significância ($p = 0,06$). Por fim, após pesquisas de satisfação realizadas com os pacientes deste estudo, 100% relataram uma preferência pelo uso da tecnologia T-WREX em relação à terapia convencional. Os resultados deste estudo mais detalhados podem ser encontrados no Apêndice A.

Por fim, os resultados encontrados por Iwamuro, (2008) em um estudo que analisa a eficiência dos pacientes em atividades de alcance, com e sem o uso da tecnologia de reabilitação, demonstram que o grupo experimental apresentou melhores resultados em relação ao grupo de controle. Especificamente, os pacientes que utilizaram a tecnologia de reabilitação apresentaram uma melhora no EMG dos bíceps e deltoides anteriores, assim como uma diminuição de 20% na atividade EMG dos músculos dos ombros ao levantarem os braços. É importante salientar que cada artigo contempla o uso de dispositivos assistivos diferentes, logo, deve ser levado em consideração peculiaridades inerentes de cada dispositivo assistivo na análise dos resultados. A tecnologia de reabilitação analisada em Iwamuro, (2008) foi a WREX (Therapy Assistant Wilmington Robotic Exoskeleton), uma tecnologia projetada para compensar os efeitos da gravidade. Logo, um certo grau de diminuição da atividade EMG nos ombros era esperada, visto que a compensação dos efeitos da gravidade tende a poupar parte dos esforços dos ombros ao se realizar movimentos dos braços. Além da diminuição na atividade EMG dos ombros, os pacientes do grupo experimental também apresentaram um alcance na realização das atividades 22% superior e diminuição de 40% na instabilidade de movimento. Porém, a diminuição da instabilidade de movimento pode estar relacionada ao limite de velocidade e espaço de trabalho imposto pela tecnologia WREX. Detalhes adicionais sobre o estudo podem ser encontrados no Apêndice A.

5.5.2 Dispositivos robóticos

De maneira análoga ao tópico anterior, a análise dos artigos que analisam dispositivos robóticos demonstrou resultados convergentes. Todos os artigos demonstram que a terapia com dispositivos de reabilitação robóticos são capazes de aprimorar o desempenho de movimento dos membros superiores de pacientes com AVE. Agora, de maneira análoga ao tópico que analisa dispositivos mecânicos, será feita uma análise que permite a comparação da eficiência de fisioterapia com auxílio de dispositivos robóticos em relação à terapia convencional.

Dos nove artigos analisados, sete não possuem um grupo de controle. Logo, nestes sete estudos só é possível de se estabelecer se os dispositivos robóticos são capazes fazer o papel da terapia convencional, não sendo possível de se traçar comparações diretas entre a terapia com dispositivo de reabilitação e a terapia convencional. Nestes estudos não controlados, os resultados demonstram que a terapia auxiliada por dispositivos robóticos gerou melhoras significativas na capacidade de movimentação dos membros superiores dos pacientes. Os resultados detalhados de cada estudo podem ser encontrados no Apêndice B.

Os dois artigos restantes possuem um grupo de controle (RCT), logo, é possível de estabelecermos uma comparação direta entre a terapia auxiliada por tecnologia de reabilitação e a terapia convencional. Segundo Masiero, (2013), não houve diferença estatisticamente relevante entre os resultados observados no grupo experimental e grupo de controle. De fato, a terapia com auxílio da tecnologia robótica se mostrou tão eficiente quanto a terapia convencional. É importante frisar que o grupo de controle recebeu assistência do dispositivo robótico em apenas 35% do tempo. Este estudo chama atenção para a possibilidade de se criar protocolos de reabilitação com substituição parcial da terapia convencional por dispositivos de reabilitação para diminuir custos, sem que haja perdas de eficácia na reabilitação.

O último artigo RCT apresentou uma conclusão semelhante. O grupo que recebeu auxílio da tecnologia robótica demonstrou resultados tão eficientes quanto o grupo que recebeu a terapia convencional, especialmente no tratamento de dor e espasticidade (Villafañe, (2017)). A metodologia deste estudo mesclou o uso da tecnologia de reabilitação robótica Gloreha com a terapia ocupacional e fisioterapia padrão no grupo experimental, ao passo que o grupo controle recebeu apenas a terapia ocupacional e fisioterapia. Os resultados deste estudo estão de acordo com outros artigos, não contemplados nesta revisão sistemática, que analisam a eficiência da terapia tradicional mesclada com o auxílio de tecnologia assistiva robótica (Chang, 2007), (Lum, 2006), (Masiero, 2007), (Mazzoleni, 2013), (Prange, 2006) e (Taveggia, 2016).

6 CONCLUSÃO

A revisão sistemática permitiu a obtenção de um conjunto reduzido de artigos, com foco definido em processos de reabilitação utilizando dispositivos de reabilitação mecânicos e robóticos. Os resultados dos artigos que analisaram atividades terapêuticas e de reabilitação auxiliadas por dispositivos mecânicos ou robóticos apresentaram quadros de melhora da condição inicial de pacientes que sofreram AVE. Em todos os estudos foram observadas melhoras estatisticamente significativas na capacidade de movimentação em pelo menos um aspecto funcional dos membros superiores dos pacientes.

Os resultados dos estudos randomizados e controlados, que permitem uma comparação entre a terapia assistida e a terapia convencional, convergiram para um resultado comum: a terapia com dispositivos de reabilitação mecânicos e robóticos não demonstrou diferenças estatisticamente relevantes quando comparadas com as terapias convencionais. Porém, embora não seja possível de se afirmar, a partir desta revisão sistemática, que terapias assistidas são, em geral, superiores à terapia convencional, foram observadas vantagens pontuais em alguns estudos, decorrentes da tecnologia de reabilitação utilizada. Essas diferenças pontuais demonstram o potencial de tecnologias de fornecerem vantagens em atividades específicas (Iwamuro, 2008), terapias mais confortáveis e ergonômicas (Housman, 2007), e terapias com menor custo (Masiero, 2013).

Ainda, o uso de tecnologias de reabilitação pode diminuir a necessidade de terapeutas ocupacionais durante o processo de reabilitação, visto que diversas tecnologias necessitam apenas de ajustes iniciais, sendo possível que pacientes realizem a terapia de maneira relativamente autônoma. Segundo Ommeren, (2018), sobreviventes de AVE esperam que os dispositivos de reabilitação possam ser utilizados em casa, de forma independente, sem a assistência direta do profissional da saúde.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE E SOUZA, A.C. (2016) **Avaliação dos dispositivos destinados ao uso de sustentação e movimentação de membros superiores e proposta da melhoria do projeto baseada na integração QFD e Análise Funcional**. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação interunidades da Bioengenharia, EESC-USP.

ASSISTIVE TECHNOLOGY ACT. UNITED STATES CONGRESS. (2004) **Public Law 108–364**. Disponível em: <http://www.ataporg.org/atap/atact_law>. Acesso em 10 janeiro 2019.

BARBOSA, I. M. **Projeto baseado em tecnologia assistiva: desenvolvimento de um equipamento destinado a reabilitação de membros superiores**. 95 p. Dissertação (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

BOHANNON; RICHARD, W.; SMITH; MELISSA, B. **Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity**. *Physical Therapy*, v. 67, n. 2, p. 206-207, 1987.

BRASIL. Decreto nº 3298, de 10/12/1999. Brasília. **Presidência da República**, 1999. Disponível em: Acesso em 11 out. 2013.

BRASIL. **Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. Comitê de Ajudas Técnicas. *Tecnologia Assistiva*. – Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

CACHO, E. W. A.; MELO, F. R. L. V.; e OLIVEIRA, R. **Avaliação da recuperação motora de pacientes hemiplégicos através do protocolo de desempenho físico Fugl-Meyer**. *Revista Neurociências*, v. 12, n. 2, p. 94-102, 2004.

CAT/SEDH. **Comitê de Ajudas Técnicas. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009. 138p. CGEE. Relatório Final. Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva. Brasília: CGEE, 2012. 449p.

CGEE. Relatório Final. **Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva**. Brasília: CGEE, 2012. 449p.

CHO, K. H.; & SONG, W. K. (2015). **Robot-Assisted Reach Training for Improving Upper Extremity Function of Chronic Stroke**. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 237(2), 149–155. doi:10.1620/tjem.237.149.

CONTE, E.; OURIQUE, M. L. H.; BASEGIO, A. C. (2017). **Tecnologia Assistiva, Direitos Humanos e Educação Inclusiva: Uma Nova Sensibilidade**. Rio Grande do Sul, Brasil.

_____. **Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência. Protocolo facultativo à Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência – Decreto Legislativo nº 186/2008 – Decreto nº 6.949/2009**. Brasília: Secretaria dos Direitos Humanos. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 2010. 64p. _____. **Decreto nº 5296**, de 02/12/2004. Brasília. Presidência da República, 2014. Disponível em: . Acesso em 11 out 2013.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Cook & Hussey's Assistive Technologies: principles and practice**. 3rd. St. Louis: Mosby, 2008. 571p.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERÍA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. (2007). **Revisão sistemática: uma revisão narrativa**. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*. v. 34, n. 6, Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>.

DAUPHIN, A. P.; et al. **Bias and Precision in Visual Analogue Scales: A Randomized Controlled Trial**. *American Journal of Epidemiology* 1999; 150(10): 1117-1127

DE ARAÚJO, R. C.; JUNIOR, F. L.; ROCHA, D. N.; SONO, T. S.; & PINOTTI, M. (2011). **Effects of Intensive Arm Training With an Electromechanical Orthosis in Chronic Stroke Patients: A Preliminary Study**. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(11), 1746–1753. doi:10.1016/j.apmr.2011.05.021.

DE ARAÚJO, R.; ROCHA, D.; PITANGUI, A.; & PINOTTI, M. (2014). **The Influence of Dynamic Orthosis Training on Upper Extremity Function after Stroke: A Pilot Study**. *Journal of Healthcare Engineering*, 5(1), 55–66. doi:10.1260/2040-2295.5.1.55.

DUNAWAY, S.; DEZSI, D. B.; PERSKINS, J.; TRAN, D.; & NAFT, J. (2017). **Case Report on the Use of a Custom Myoelectric Elbow–Wrist–Hand Orthosis for the Remediation of Upper Extremity Paresis and Loss of Function in Chronic Stroke**. *Military Medicine*, 182(7), e1963–e1968. doi:10.7205/milmed-d-16-00399.

DUNTON, W. R.; LICHT, S. **Occupational therapy principles and practice**. 2nd. Springfield: Charles C Thomas, 1957. 373p.

FRANCK, J. A.; SMEETS, R. J. E. M.; & SEELEN, H. A. M. (2019). **Evaluation of a functional hand orthosis combined with electrical stimulation adjunct to arm-hand rehabilitation in subacute stroke patients with a severely to moderately affected hand function**. *Disability and Rehabilitation*, 1–9. doi:10.1080/09638288.2017.1423400.

FRANCK, J. A.; TIMMERMANS, A. A. A.; & SEELEN, H. A. M. (2013). **Efeccts of a dynamic hand orthosis for functional use of impaired upper limb in sub-acute stroke patients: A multiple single case experimental design study**. *Technology and Disability*, 177–187. doi:10.3233/TAD-130374

GABEL, C. P.; YELLAND, M.; MELLOH, M.; e BURKETT, B (2009). **A modified QuickDASH-9 provides a valid outcome instrument for upper limb function**. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2009.

GALVÃO FILHO, T. A. **A Tecnologia Assistiva: de que se trata?** In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). *Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.

GOULD, D.; et al. **Visual Analogue Scale (VAS)**. *Journal of Clinical Nursing* 2001; 10:697-706.

HEINEMANN, A. W.; LINACRE, J. M.; WRIGHT, B. D.; HAMILTON, B. B.; GRANGER, C. **Relationships between impairment and physical disability as measured by the functional independence measure**. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993. 74: 566-573.

HOUSMAN, S. J.; LE, V.; RAHMAN, T.; SANCHEZ, R. J.; & REINKENSMEYER, D. J. **Arm-training with T-WREX after chronic stroke: preliminary results of a randomized controlled trial**. In: 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics. IEEE, 2007. p. 562-568.

HU, X. L.; TONG, K. Y.; LI, R.; XUE, J. J.; HO, S. K.; & CHEN, P. (2012). **The effects of electromechanical wrist robot assistive system with neuromuscular electrical stimulation for stroke rehabilitation**. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(3), 431–439. doi:10.1016/j.jelekin.2011.12.010.

IWAMURO, B. T.; CRUZ, E. G.; CONNELLY, L. L.; FISCHER, H. C.; & KAMPER, D. G. (2008). **Effect of a Gravity-Compensating Orthosis on Reaching After Stroke: Evaluation of the Therapy Assistant WREX.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(11), 2121–2128. doi:10.1016/j.apmr.2008.04.022.

KENEKO, P. M. (2008). **Desenvolvimento da solução construtiva e protótipo funcional de uma órtese infantil de mão e punho para auxílio em atividades diárias.** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, EESC-USP, 2018.

KIM, G. J.; RIVERA, L.; & STEIN, J. (2015). **Combined Clinic-Home Approach for Upper Limb Robotic Therapy After Stroke: A Pilot Study.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(12), 2243–2248. doi:10.1016/j.apmr.2015.06.019.

KOPP, B.; KUNKEL, A.; FLOR, H.; PLATZ, T.; ROSE, U.; MAURITZ, K. H.; GREESER, K.; MCCULLOCH, K. L.; & TAUB, E. (1997). **The Arm Motor Ability Test: reliability, validity, and sensitivity to change of an instrument for assessing disabilities in activities of daily living.** *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 78, n. 6, p. 615-620, 1997.

LINACRE, J. M.; HEINEMANN, J. W.; WRIGHT, B. D.; GRANGER, C. V.; HAMILTON, B. B. **The structure and stability of the functional independence measure.** *Arch Phys Med Rehabil*. 1994. 75: 127-132.

LOWMAN, E.W.; KLINGER, J. L. **Aids to Independent Living.** New York: McGraw-Hill, 1969. 796p.

LUM, P. S.; BURGAR, C. G; VAN DER LOOS, M.; SHOR, P. C; MAJMUNDAR, M.; YAP, R. (2006). **MIME robotic device for upper-limb neurorehabilitation in subacute stroke subjects: a follow-up study.** *J Rehabil Res Dev*. 2006;43:631-642.

MARCUCCI, F. C. I.; CARDOSO, N. S.; BERTELI, K. S.; GARANHANI, M. R. (2007). **Alteração eletromiográfica dos músculos do tronco de pacientes com hemiparesia após acidente vascular encefálico.** *Arq. Neuro-Psiquiatr*. v. 65, n. 3b, São Paulo. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2007000500035>.

MASIERO, S.; ARMANI, M.; FERLINI, G.; ROSATI, G.; & Rossi, A. (2013). **Randomized Trial of a Robotic Assistive Device for the Upper Extremity During Early Inpatient Stroke**

Rehabilitation. Neurorehabilitation and Neural Repair, 28(4), 377–386. doi:10.1177/1545968313513073.

MASIERO, S.; CELIA, A.; ROSATI, G.; ARMANI, M.; **Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke.** Arch Phys Med Rehabil. 2007;88:142-149.

MATHIOWETZ, V.; VOLLAND, G.; KASHMAN, N.; e WEBER, K. **Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity.** American Journal of Occupational Therapy, v. 39, n. 6, p. 386-391, 1985.

MAZZOLENI, S.; SALE, P.; FRANCESCHINI, M. **Effects of proximal and distal robot-assisted upper limb rehabilitation on chronic stroke recovery.** NeuroRehabilitation. 2013;33:33-39.

NIH. Disponível em:< <http://www.nihstrokescale.org/>>. Acesso em 02/03/2020.

NIJENHUIS, S. M.; PRANGE-LASONDER, G. B.; STIENEN, A. H.; RIETMAN, J. S.; & BUURKE, J. H. (2016). **Effects of training with a passive hand orthosis and games at home in chronic stroke: a pilot randomised controlled trial.** Clinical Rehabilitation, 31(2), 207–216. doi:10.1177/0269215516629722.

VAN OMMEREN, A. L.; SMULDERS, L. C.; PRANGE-LASONDER, G. B.; BUURKE, J. H.; VELTINK, P. H.; & RIETMAN, J. S. **Assistive technology for the upper extremities after stroke: systematic review of users' needs.** JMIR rehabilitation and assistive technologies, v. 5, n. 2, p. e10510, 2018.

PETERS, H. T.; PAGE, S. J.; PERSCH, A. **Giving Them a Hand: Wearing a Myoelectric Elbow-Wrist-Hand Orthosis Reduces Upper Extremity Impairment in Chronic Stroke.** Arch Phys Med Rehabil. 2017;98(9):1821-1827. doi:10.1016/j.apmr.2016.12.016.

PHYSIOPEIDIA. Disponível em:< https://www.physio-pedia.com/Barthel_Index >. Acesso em 02/03/2020.

PRANGE, G. B.; JANNICK, M. J. A.; GROOTHUIS-OUDSHOOM, C. G. M.; HERMANS, H. J.; IJZERMAN, M. J. **Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke.** J Rehabil Res Dev. 2006;43:171-183.

PubMed, Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>>. Acesso em 10/03/20.

SAEBO, Disponível em:<<https://www.saebo.com/shop/saebomas/>>. Acesso em 15/06/20.

SANZHEZ, R. J.; JIAYIN; LIU; RAO, S.; SHAH, P.; SMITH, R.; RAHMAN, T.; REINKENSMEYER, D. J. (2006). **Automating Arm Movement Training Following Severe Stroke: Functional Exercises With Quantitative Feedback in a Gravity-Reduced Environment**. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 14(3), 378–389. doi:10.1109/tnsre.2006.881553.

SARAH, J.; HOUSMAN; VU LE; TARIQ, R.; Robert, J.; SANCHEZ, Jr.; and David, J.; REINKENSMEYER. **IEEE. Proceedings of the 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics**, June 12-15, Noordwijk, The Netherlands.

Scopus, Disponível em:< <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>>. Acesso em 10/03/20.

SILVA, A. A.; e VIEIRA, K. S. **A Eficácia Da Terapia Espelho No Processo De Recuperação Motora E Funcional Em Pacientes Com Acidente Vascular Encefálico**. Revista de Atenção à Saúde, v. 15, n. 53, p. 103-109, 2017.

SIMIONATO, T. (2013). **Produto de tecnologia assistiva direcionado a pacientes com hemiplegia espástica decorrente de acidente vascular encefálico isquêmico trombótico**. Universidade regional do noroeste do estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI.

STEIN, J.; NARENDRAN, K.; MCBEAN, J.; KREBS, K.; & HUGHES, R. (2007). **Electromyography-Controlled Exoskeletal Upper-Limb? Powered Orthosis for Exercise Training After Stroke**. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 86(4), 255–261. doi:10.1097/phm.0b013e3180383cc5.

PHAN, S. A; LIOULEMES, C.; LUTTERODT, F.; MAKEDON; and V. Metsis. **Guided physical therapy through the use of the Barrett WAM robotic arm**. 2014 IEEE International Symposium on Haptic, Audio and Visual Environments and Games (HAVE) Proceedings, Richardson, TX, 2014, pp. 24-28, doi: 10.1109/HAVE.2014.6954326.

PUBLIC LAW. Public Law 100-407. 100th Congress. AUG. 19, 1988. Disponível em: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-102/pdf/STATUTE-102-Pg1044.pdf>. Acesso em 07/10/2013.

TAVEGGIA, G.; BORBONI, A.; SALVI, L.; et al. **Efficacy of robotassisted rehabilitation for the functional recovery of the upper limb in post-stroke patients: a randomized controlled study.** Eur J Phys Rehabil Med. 2016;52:767-773.

THOMÉ, A. M. T.; SCAVARDA, L. F.; SCAVARDA, A. 2016. **Conducting systematic literature review in operations management.** Prod. Plann. Control., 27 (5), 408–420. 2016.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **The 2015 Revision of World Population Prospects.** 2015. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/>>. Acesso em: 05 jul. 2015.

USWATTE, G.; TAUB, E.; MORRIS, D. P. P. T.; LIGHT, K. P. P. T.; e THOMPSON, P. A. **The Motor Activity Log-28: assessing daily use of the hemiparetic arm after stroke.** Neurology, v. 67, n. 7, p. 1189-1194, 2006.

VARELA, R. C. B.; OLIVER, F. C.; **A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência.** Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro , v. 18, n. 6, p. 1773-1784, June 2013 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232013000600028&lng=en&nrm=iso>. access on 26 July 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000600028>.

VILLAFANE, J. H.; TAVEGGIA, G.; GALERI, S.; BISSOLOTTI, L.; MULLE, C.; IMPERIO, G., ... Negrini, S. (2017). **Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial.** HAND, 13(1), 95–102. doi:10.1177/1558944717692096.

_____. Viver Sem Limites – **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência.** Brasília: SDH-PR/SNPD, 2013. 93p._____. Viver Sem Limites – Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2014. 180p.

Web of Science, Disponível em:<<https://clarivate.com/webofsciencegroup/>>. Acesso em 10/03/2020.

WORD REPORT ON DISABILITY (2011), **World Health Organization.** http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf. Acesso: 09/10/2018.

WOO, Y.; JEON, H.; HWANG, S.; CHOI, B.; & Lee, J. (2012). **Kinematics variations after spring-assisted orthosis training in persons with stroke. *Prosthetics and Orthotics International*, 37(4), 311–316. doi:10.1177/0309364612461050.**

Apêndice A - Resumo de informações: Dispositivos Mecânicos

1. Woo, Y. et al. 2012

Modelo: Uncontrolled trial

Dispositivo assistivo: SaebFlex - uma órtese funcional e dinâmica feita sob medida para cada paciente que simula, por meio de molas, a ação dos músculos extensores do punho e dedos. Este exoesqueleto parcial veste parte do antebraço, a parte dorsal da mão e a ponta dos dedos, como observado na Figura 4.2. Com um sistema de molas ligados desde a ponta dos dedos até o antebraço do usuário, esta órtese permite o posicionamento do punho e dedos em extensão e em preparação para manipular (pegar e largar) objetos.

Amostra: 5 pacientes com derrame com as seguintes características: (a) Hemiparesia unilateral por mais de seis meses após o derrame; (b) Sem histórico ortopédico ou cirúrgico que afetem a hemiparesia dos membros superiores; (c) Nota maior ou igual a 23 pontos no teste Mini-Mental State Examination (MMSE); (d) No mínimo algum movimento voluntário dos membros superiores (10° de flexão/abdução nos ombros, 10° de flexão/extensão dos cotovelos, 30° de articulação proximal interfalângicas, 20° de articulação distal interfalângica da flexão dos dedos volitiva).

Método de avaliação: Os exercícios descritos abaixo foram realizados sem o auxílio da tecnologia assistiva, e depois com o auxílio da tecnologia assistiva. Posteriormente, os resultados foram comparados. Cinco sessões de 1 hora por semana durante 4 semanas, totalizando 20 sessões de treinamento. Cada sessão consistiu de 9 tarefas usando o membro hemiparético e um período de descanso. Tarefas: (1) enquanto sentado, mover uma bola macia do chão (lado afetado) para a mesa. (2) em pé, mover a bola macia diagonalmente do lado menos afetado para o lado afetado. (3) em pé, mover a bola macia diagonalmente do lado afetado para o lado menos afetado. (4) em pé, mover a bola macia do lado esquerdo da mesa para o lado direito. (5) em pé, mover a bola macia de dentro de uma caixa, localizada na altura do joelho (lado afetado), para a mesa. (6) em pé, mover a bola macia do lado direito da mesa para o lado esquerdo. (7) em pé, mover a bola macia para frente e para trás, apertando-a e soltando-a. (8) em pé, mover a bola macia diagonalmente para frente e para trás, apertando-a e soltando-a. (9) em pé, mover a bola macia entre copos em cima da mesa. Medidores de performance utilizados: Fugl-Meyer Assessment (FMA), Box and Block Test (BBT), Action Research Arm Test (ARAT), e cinemática, usando um sistema de análise de movimento tridimensional.

Resultados: Foi considerado como melhoras estatisticamente relevantes aquelas com valor alfa menor que 0.05 ($p < 0.05$). ARAT: Não apresentou melhoras estatisticamente relevantes. FMA: Apresentou melhora estatisticamente relevante ($p = 0.043$). BBT: Apresentou melhora estatisticamente relevante ($p = 0.039$). Cinemática: Houve melhora estatisticamente relevante no movimento na articulação dos ombros no plano sagital na altural acromial ($p = 0.043$), na articulação do cotovelo no

plano sagital na altura acromial ($p = 0.042$) e no plano transversal na altura acromial ($p = 0.042$), na articulação do punho no plano coronal na altura do cotovelo ($p = 0.042$) e na altura acromial ($p = 0.043$), e no plano transversal na altura dos cotovelos ($p = 0.041$) e na altura acromial ($p = 0.042$).

2. **Franck, J. A. et al. 2013**

Modelo: Multiple single case experimental design (A-B-A').

Dispositivo assistivo: SaebFlex – Tecnologia já descrita (Figura 4.2).

Amostra: 8 pacientes selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) AVC sofrido há no máximo 3 meses; (b) Dificuldade para realizar atividades do dia-a-dia; (c) Ausência de problemas severos cognitivos ou de comunicação; (d) Paresia dos membros superiores (15 a 20° de alcance ativo de movimento dos ombros (elevação/abdução), 15 a 20° de alcance ativo de movimento dos cotovelos (flexão), flexão interfalangeana ativa dos dedos durante a extensão do punho maior que 15°, começando com extensão total dos dedos, extensão ótima dos punhos de 35° (mínimo de 15°) com juntas metacarpofalangeanas, interfalangeana proximal, interfalangeana distal em extensão.

Método de avaliação: O treinamento consistiu de 3 fases: A (baseline), B (intervention) e A' (follow-up). Nas 3 fases foram realizados exercícios da terapia ocupacional comum. Na fase de intervenção, além da terapia comum, os pacientes realizaram um treinamento com a tecnologia assistiva, conforme descrito a seguir: 5 sessões de treinamento por semana durante 6 semanas. Cada sessão consistiu de 5 minutos de treinamento pessoal, seguido de 45 minutos de treinamento usando o SaebFlex. Em seguida, mais um treinamento pessoal de 15 minutos é realizado. O treinamento com o SaebFlex consiste do manuseamento de uma pequena bola de espuma. Os medidores de performance utilizados são: Utrecht-Arm/hand-Test (UAT), Action Research Arm Test (ARAT) e ABILHAND.

Resultados: ARAT - Análise ao longo do tempo: Em geral, houve melhora ao longo do tempo no ARAT ($p = 0.001$). Além disso, os resultados do ARAT foram maiores durante as Fases B e A' em relação à fase inicial ($p = 0.012$). Análise ao longo do tempo corrigido para baseline trend: Houve uma melhora geral nos resultados do ARAT (Kruskal-Wallis test, $p=0.009$). Múltiplas comparações revelaram que os resíduos ARAT foram maiores na fase de treinamento em relação à fase inicial ($p < 0.001$), ao passo que não foi observado diferenças relevantes na fase de follow-up em relação à fase inicial ($p = 0.105$). Single case time series: ARAT: Houve melhora estatisticamente relevante em 3 pacientes (P1, P3 e P7) ($p < 0.036$) na fase de follow-up em relação à fase inicial. Os demais pacientes não apresentaram melhora significativa. ABILHAND - Análise ao longo do tempo: Em geral, houve melhora ao longo do tempo no ABILHAND ($p = 0.005$). Além disso, os resultados do ABILHAND foram maiores durante as Fases B e A' em relação à fase inicial ($p = 0.017$ e $p = 0.012$, respectivamente). Análise ao longo do tempo corrigido para baseline trend: Não houve melhores significativas entre as 3 fases. Single case time series: ABILHAND: Houve melhora estatisticamente relevante em 4 pacientes

(P3, P6, P7 e P9) ($p < 0.036$) na fase de follow-up em relação à fase inicial. Os demais pacientes não apresentaram melhora significativa.

Figura 4.2: Saeboflex.



Fonte: Woo, Y. et al. (2012).

3. Nijenhuis, S. M et al. 2015

Modelo: Pilot study

Dispositivo assistivo: European SCRIPT dynamic wrist and hand orthosis - órtese dinâmica de punho e mão, como mostra a Figura 4.3. Trata-se de um exoesqueleto parcial não acionado e personalizado que se encaixa no antebraço e na mão e compensa as deficiências causadas por espasticidade e sinergias anormais. Ele interage fisicamente com o usuário aplicando torques de extensão externos ao pulso e forças de extensão aos dedos por meio de molas e cabos elásticos. A quantidade de suporte pode ser adaptada para fornecer mais ou menos uma força de compensação, para permitir que os usuários treinem até sua capacidade máxima.

Amostra: Dez voluntários foram incluídos no estudo. Três participantes tinham hemiparesia moderada ($26 \leq FM \leq 50$) e sete tinham hemiparesia leve ($FM > 50$). Critério de elegibilidade: (a) Primeiro acidente vascular isquêmico ou hemorrágico que resultou em hemiparesia unilateral entre 6 meses a 5 anos antes da pesquisa; (b) Ter limitações nas funções do braço e mão, mas com pelo menos 15° de flexão ativa no cotovelo e um quarto do alcance de flexão ativa nos dedos. Função do braço e mão foram avaliadas pelo critério “Fugl-Meyer” (FM, máx. 66 pontos) e a destreza do braço foi avaliada pelo “Action Research Arm Test (ARAT, máx. 57 pontos).

Método de avaliação: A cinemática do movimento do braço foi medida através de um sistema de análises de movimento 3D (VINCON MX13+ motion capture system, Oxford Metrics, Oxford, UK) durante uma tarefa de alcance e preensão um objeto em cima de uma mesa, imitando um movimento funcional. Essa tarefa foi realizada com e sem o uso da órtese, em ordem aleatória. O voluntário senta-se em uma cadeira, em frente a uma mesa. A posição inicial é o alinhamento do braço ao tronco, com o cotovelo em flexão de 90° e com a palma da mão apoiada na mesa em sua frente. Uma garrafa de 6 cm de diâmetro estará a uma distância de 80% do alcance ativo determinada pelo ARAT. O voluntário deve alcançar a garrafa, trazer próximo ao corpo e devolver no ponto que pegou, repetindo esta ação 10 vezes. Para análise dos dados foram utilizados os softwares VICON Nexus 1.8.2 e MATLAB. Os dados foram organizados do maior alcance para o menor nas duas condições (com e sem a órtese). Para cada voluntário, foi realizado uma média das sete repetições primeiras repetições de acordo com esta organização. Para o caso dos pacientes com menos de sete repetições úteis (por problemas da coleta de dados) a média foi feita com o mínimo de 3 repetições completas. Foram calculados a amplitude de movimento do punho (range of movement – ROM), máxima abertura da mão (maximum hand opening – OH), e o momento máximo de cada um destes movimentos. Também foram calculados o alcance de movimento do cotovelo, deslocamento máximo do tronco (trunk displacement – TD) para frente e o tempo de movimento para realizar a tarefa. A suavidade do movimento (movement smoothness – MS) analisa a velocidade tangencial do marcador da mão: a diferença entre o valor mínimo e o próximo valor máximo que excede o limite de amplitude de 20 mm/s indica o pico de velocidade. O tempo entre dois picos deve ser ao menos 150 milissegundos.

Resultados: Três participantes mostraram aumento na amplitude do movimento do punho (17,81; 18,19 e 5,01 graus) usando a órtese, embora três outros participantes mostraram diminuição neste requisito (-13,80; -5,02 e -7,27 graus) quando usava a órtese. Todos os pacientes aumentaram suas máximas abertura das mãos (com valores entre 3,24 a 38,25 mm) quando utilizaram a órtese. Na análise do grupo, uma diferença significativa foi encontrada para os dados comparando com e sem a utilização da órtese: máxima abertura da mão, amplitude de movimento do cotovelo e deslocamento do tronco. A média do grupo na melhora da abertura da mão foi de 11,98 mm com a utilização da órtese (P=0,005). Porém deve um efeito negativo no alcance do movimento do cotovelo e no deslocamento do tronco, indicando que o voluntário compensou mais quando utilizou a órtese (aumento na média de 17,00 mm no deslocamento do tronco e diminuição da média na amplitude de movimento do cotovelo em 5,33°. Esta compensação pode estar relacionada com o peso da órtese (0,7kg). A análise da amplitude de movimento do punho foi completada por apenas seis voluntários, devido a problemas técnicos, mostrando que o uso da órtese não contribui para um aumento deste requisito a nível do grupo.

Figura 4.3: Órtese de mão e punho dinâmica.



Fonte: Nuijenhuis, S. M. *et al.* (2015).

4. Nuijenhuis, S. M et al. 2016

Modelo: Pilot randomized controlled trial

Dispositivo assistivo: Saebomas. Trata-se de um dispositivo com a função de compensar a ação da força gravitacional da parte proximal do braço por um sistema de quatro barras, auxiliando na movimentação do ombro e do cotovelo. O dispositivo está ilustrado na Figura 4.4.

Amostra: 20 pacientes com derrame crônico com debilitação severa à mediana da função do braço e mão. Critérios de inclusão: (a) Pelo menos 6 meses decorridos após o derrame; (b) Idade entre 18 e 80 anos; (c) Capacidade de flexão ativa do cotovelo de no mínimo 15° e dos dedos de no mínimo 25% de range of motion passivo; (d) Moradia em casa e acesso à internet; (e) Capacidade de entender e seguir instruções. Critérios de exclusão: doença ortopédica ou neurológica e/ou dores que restrinjam range of motion ativo da extremidade superior.

Método de avaliação: Todos os participantes receberam um treinamento com duração sugerida de 30 minutos por dia em casa, 6 dias por semana, durante 6 semanas. O treinamento foi auto administrado, com visitas semanais para acompanhamento de progresso. O grupo experimental recebeu treinamento com auxílio da tecnologia assistiva e de um computador com touchscreen para a realização de jogos virtuais que exigiam movimentos do membro debilitado. O grupo de controle recebeu treinamento nos moldes de terapia tradicional. A Função do braço e mão foi avaliada em um instituto de pesquisa uma semana antes do treinamento (pre-evaluation), uma semana após o treinamento (post-evaluation) e dois meses após o término do treinamento (follow-up) Avaliações clínicas utilizadas: Fugl-Meyer assessment, Grip Strength (funções do corpo e nível de estruturas), Action Research Arm Test (ARAT), Box and Block Test (BBT), Motor Activity Log e Stroke Impact Scale.

Resultados: Houve uma grande diferença no tempo de treinamento semanal entre os 2 grupos: 118 minutos no grupo experimental e 189 minutos no grupo de controle. A nota de motivação dos 2 grupos foram similares. Ambos os grupos mostraram melhoras moderadas segundo o FMA e o ARAT, tanto na fase de pre-evaluation em relação à fase post-evaluation, quanto na fase de pre-evaluation em

relação à fase de follow-up. Foi observada uma forte correlação entre o tempo de treinamento e os resultados do treinamento no BBT ($p = 0.001$). No caso do FMA e ARAT, essa correlação foi moderada mas não estatisticamente significativa ($p = 0.079$ e $p = 0.078$, respectivamente).

Figura 4.4: SaeboMAS.



Fonte: Saebo (2020).

5. Franck, J. A et al. 2019

Modelo: Single case experiment (A-B-A' - design)

Dispositivo assistivo: Saeboglove® - Trata-se de uma órtese dinâmica da mão que consiste de duas partes: (1) uma luva de Lycra macia e (2) um apoio plástico para antebraço em espiral, como mostra a Figura 4.5. A luva auxilia na extensão do dedo e do polegar através de tensores elásticos localizados em todas as articulações interfalângicas de cada dedo. O apoio do antebraço posiciona o pulso em uma posição neutra, ou seja, funcional. A mão é mantida em uma posição ideal enquanto agarra. A liberação é facilitada pela extensão do dedo logo após o término do movimento de preensão. O suporte da abertura das mãos pode ser ajustado pelo terapeuta ou pelo paciente, dependendo da quantidade de assistência necessária para realizar as tarefas. À medida que o paciente progride, os elásticos podem ser removidos individualmente, conforme necessário. Quando devidamente ajustados, os pacientes devem ser capazes de agarrar e liberar objetos diferentes, com aproximadamente 5 cm de tamanho.

Amostra: 8 pacientes selecionados de acordo com os seguintes critérios: Critérios de inclusão: (a) Primeira incidência de derrame; (b) Diagnóstico de debilitação moderada ou severa (nota 1 ou 2 no

UAT); (c) Idade mínima de 18 anos; (d) Tempo decorrido após derrame de no máximo 3 meses; (e) Capacidade cognitiva intacta (capaz de compreender os questionários e instruções do procedimento); (f) Capacidade de manter a postura enquanto sentado; (g) Extensão passiva ótima dos punhos maior que 5° e no mínimo de -5°, medidos com as juntas metacarpofalângica, proximal interfalangeana, distal interfalangeana em extensão; (h) Parte distal do membro superior afetado impedido devido à hipotonia muscular. Critérios de exclusão: (a) Sérios problemas de visões que dificultem a identificação e localização de objetos nas tarefas de alcance ou pegada; (b) Problemas severos no ombro, braço ou mão do membro parético como endema ou inflação das juntas do ombro, de tal maneira que movimentos voluntários ou a intensidade do treinamento estejam comprometidas; (c) Intolerância à estímulos elétricos; (d) Entendimento limitado da língua holandesa; (d) Não declaração de consentimento para realização do treinamento.

Método de avaliação: O treinamento é dividido entre as fases A (base), B (intervenção) e A' (Fase final.) Na fase A foi realizado uma bateria de exercícios conforme descrito no programa 1 de CARAS [REF]. Em seguida, os pacientes foram submetidos à fase B na qual foi realizado treinamentos de 90 minutos por sessão, 3 vezes por semana durante 6 semanas. Os treinamentos eram compostos de 5 a 10 minutos de treinamento pessoal, seguido de 45 minutos de treinamento com a órtese dinâmica em conjunto com estímulos elétricos, durante o qual se executou diversos exercícios de pegada e liberação. Em seguida, os pacientes executavam mais uma porção de treinamento pessoal. A metodologia do treinamento está detalhado no programa 2 de CARAS [REF]. Finalmente, os pacientes foram submetidos à Fase A', na qual foi realizado novamente a mesma bateria de exercícios da fase A. Nas fases A e A' não foram utilizadas tecnologias assistivas ou estímulos elétricos.

Resultados: Mensuradores de resultados: Utrecht arm/hand test (UAT), Action Research Arm Test (ARAT), e Intrinsic Motivation Inventory (IMI).

Estabilidade na Fase A: 3 pacientes (P3, P7 e P8) mostraram pequenas melhoras no UAT durante a Fase A, ao passo que apenas um paciente (P5) mostrou melhoras no ARAT durante a Fase A. Melhoras gerais ao longo do tempo (ARAT): Em geral, os pacientes demonstraram melhoras ($p < 0.001$). Além disso, melhoras significativas foram encontradas entre a Fase A e Fase A' ($p < 0.012$). Entre a Fase A e a Fase B ($p < 0.012$), e entre a Fase B e a Fase A' ($p < 0.017$). Melhoras ao longo do tempo em relação à Fase A: Houve uma melhora geral foi observada no ARAT ($p < 0.002$). Múltiplas comparações revelaram que os resultados na Fase A' foram melhores quando comparados com a Fase A ($p = 0.001$) e ainda melhores na Fase B em relação à Fase A ($p < 0.0008$). Não foram observadas diferenças estatisticamente relevantes entre a Fase B e a Fase A' ($p = 0.293$).

Resultados individuais: Em 6 pacientes (P1, P2, P3, P4, P6 e P7) os resultados do ARAT foram melhoras estatisticamente relevantes na Fase A' em relação à Fase inicial ($p < 0.01$). Nesses mesmos 6 pacientes, houve melhoras estatisticamente relevantes na Fase B em relação à Fase inicial ($p < 0.019$). Não houve melhoras relevantes na Fase A' em relação à Fase B.

Figura 4.5: SaeboGlove.



Fonte: Franck, J. A. et al. (2018).

6. Housman, S. J et al. 2007

Modelo: Randomized trial.

Dispositivo assistivo: O “Therapy Wilmington Robotic Exoskeleton” (T-WREX) é um dispositivo passivo (sem atuadores robóticos) com cinco graus de liberdade que compensa a ação da força gravitacional do braço e ainda auxilia na sua movimentação: cobre aproximadamente 66% da área de trabalho no plano vertical e 72% no plano horizontal. Estrutura principal consiste em um exoesqueleto fixado na parte traseira de uma cadeira que envolve o antebraço e o braço com duas faixas dotadas de velcro. Possui articulações rotativas nas regiões próximas do ombro e cotovelo e dois sistemas “quatro barras” paralelos ao braço e antebraço. Faixas elásticas junto a ao modelo “quatro barras” são colocadas no exoesqueleto para alcançar o equilíbrio com a força gravitacional que atua neste membro. Os terapeutas podem ajustar o número de elásticos para fornecer diferentes forças, conforme a necessidade do paciente. Existem sensores de posição em cada articulação e um sensor foi colado na mão. Também foram inseridos na estrutura potenciômetros rotativos nestas articulações. Utilizando a transformação cinemática direta do dispositivo, esses sensores fornecem resolução da medição da posição do ponto final da órtese dentro de 0,38 cm. Esta tecnologia está ilustrada na

Figura 4.6

Amostra: 26 pacientes. Critérios de inclusão: (a) Mínimo de 6 meses decorridos pós-AVE; (b) Presença de hemiparesia de moderada a grave definida pela escala Fugl-Meyer com pontuação entre 10 e 30 (dos 66 pontos possíveis); (c) Capacidade de cumprir o programa de treinamento da extremidade

superior. O tempo médio decorrido após o AVE para os sujeitos inscritos foi de 8,8 anos, \pm 9,2 DP. 73,1% dos indivíduos deixaram hemiparesia e 38,5% experimentam hemiparesia dominante na UE. A idade média dos sujeitos é de 56,9 anos (\pm 11,1 DP).

Método de avaliação: Neste estudo controlado e randomizado, o movimento do braço de indivíduos que participam do treinamento com T-WREX é comparado com indivíduos de controle que se exercitam pela mesma duração e recebem aproximadamente a mesma quantidade de supervisão de um terapeuta. Todos os participantes participam do treinamento 3 vezes por semana, durante 8 à 9 semanas, num total de 24 sessões de tratamento. Cada sessão de treinamento dura 1 hora e os pacientes recebem supervisão intermitente de um terapeuta ocupacional. Em cada sessão, o terapeuta ocupacional completa cinco minutos de alongamentos passivos de amplitude de movimento com a extremidade superior hemiparética e auxilia os sujeitos conforme necessário na configuração da atividade. Leituras de pressão arterial e classificações subjetivas de dor também são obtidas pelo terapeuta no início e no final de cada sessão. Os indivíduos aleatoriamente designados para o grupo controle participam de exercícios convencionais comumente prescritos para indivíduos com hemiparesia moderada a grave nos membros superiores. Esses exercícios são o padrão de atendimento para programas de exercícios em casa e grupos de terapia para membros superiores. Os participantes do controle recebem um folheto contendo descrições e fotografias escritas de cada exercício ou atividade a ser concluída. Os exercícios de controle incluem alongamentos de amplitude de movimento e exercícios de fortalecimento ativo para o braço hemiparético. Durante essas atividades, a extremidade superior hemiparética é apoiada contra a gravidade por uma mesa e uma toalha é colocada sob o braço para diminuir o atrito durante o movimento. Atividades de treinamento adicionais consistem, na extremidade superior hemiparética, de suporte de peso e incorporação do braço afetado como assistência funcional durante uma lista prescrita de tarefas básicas de AVD (atividades da vida diária). Os indivíduos do grupo experimental participam do treinamento com o T-WREX, conforme descrito acima. Os indivíduos completam aproximadamente três repetições de 10 jogos de terapia disponíveis. A compensação do equilíbrio da gravidade é gradualmente diminuída em intervalos definidos durante as 24 sessões de tratamento, no entanto, protocolos específicos para remoção de elásticos são baseados nas habilidades do paciente e na discricção do terapeuta. Avaliação: Todos os indivíduos são testados antes e após 24 sessões de tratamento e em uma avaliação de acompanhamento de seis meses. Um avaliador cego realiza as seguintes avaliações clínicas durante todas as sessões de teste: A seção motora do braço do Fugl-Meyer é administrada para avaliar o movimento funcional do braço fora dos padrões de sinergia. A velocidade e o uso funcional do braço durante as AVD são avaliados com o Teste Funcional de Rancho para Extremidade Superior Hemiplégica. O Registro de Atividade Motora (MAL) é uma medida de auto relato usada para determinar a qualidade e a quantidade de uso de braço afetado por AVD em casa. Uma caracterização do alcance livre é avaliada usando o sistema de captura de movimento eletromagnético 3D Flock of Birds. A força de prensão é testada usando um dinamômetro. A duração do tempo do terapeuta gasto diretamente com os sujeitos é registrada através do cronômetro em cada sessão de treinamento. Para

avaliar a satisfação do paciente com os programas de treinamento do braço, os participantes do T-WREX e dos grupos de controle concluem uma breve pesquisa avaliando sua impressão da terapia após o protocolo de treinamento de oito semanas e o pós-teste. A fim de fornecer uma comparação subjetiva entre as intervenções, os indivíduos cruzam para o grupo de tratamento alternativo para uma sessão e concluem uma pesquisa comparando o tratamento original e cruzado. As perguntas que comparam os exercícios de controle T-WREX e "de mesa" consistem em uma escala nominal de duas categorias. É necessário que os sujeitos escolham o tratamento "T-WREX" ou "Tabletop" em questões como "Que tipo de exercício você prefere" e "Que tipo de exercício facilita o rastreamento de seu progresso?"

Resultados: 23 indivíduos concluíram as avaliações de tratamento e pós-tratamento até o momento. No início do estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em idade, sexo, meses após o AVC ou lado da lesão. Somente a avaliação clínica de Fugl-Meyer demonstrou diferenças significativas entre grupos na linha de base. Comparados com o grupo controle (n = 12), os sujeitos do grupo experimental (n = 11) tiveram escores significativamente mais altos na seção motora do braço do Fugl Meyer (p = 0,02). Após dois meses de treinamento com níveis comparáveis de supervisão do terapeuta, ambos os grupos demonstraram melhorias significativas nos escores de Fugl-Meyer. Os indivíduos que receberam terapia com T-WREX aumentaram uma média de 3,7 pontos (\pm 2,3 DP, p = 0,001), enquanto os indivíduos do grupo controle exibiram um ganho médio de 2,7 pontos (\pm 2,7 DP, p = 0,003). Os resultados observados no grupo experimental foram superiores. No entanto, quando são consideradas diferenças nos escores da linha de base, a mudança de FuglMeyer do pré para o pós-tratamento não é significativamente diferente entre os grupos (p = 0,18), mesmo que os sujeitos do grupo experimental tendam a obter maiores ganhos. Os indivíduos do grupo T-WREX relataram melhorias significativas (p = 0,05) na qualidade e / ou habilidade do movimento do braço afetado na subescala "How Well" do Registro de Atividades Motoras (Motor Activity Log), com uma melhora média de 0,23 pontos (\pm 0,4 DP). Os indivíduos controles relataram um ganho médio de 0,15 pontos (\pm 0,3 DP), que se aproximou da significância (p = 0,06). Os indivíduos de ambos os grupos também relataram aumento do uso da extremidade superior hemiparética na subescala "Quantidade de uso" do registro de atividades motoras (Motor Activity Log "Amount of Use" subscale). Os resultados alcançaram significância (p = 0,06) para os que receberam treinamento com T-WREX, com aumento médio de 0,23 pontos (\pm 0,4 DP). O grupo controle demonstrou ganhos menores de 1,1 pontos (\pm 0,3 DP) que não foram significativos (p = 0.1). Os resultados da pesquisa de satisfação emitida aos participantes após oito semanas de tratamento com T-WREX ou controle e uma sessão de treinamento cruzado revelaram diferenças significativas no tipo de treinamento preferido dos sujeitos. 100% dos indivíduos designados para o tratamento com T-WREX relataram uma preferência por esse tipo de treinamento e recomendariam o T-WREX em relação ao treinamento convencional. Além disso, 100% desses indivíduos consideraram a terapia menos chata e mais fácil de acompanhar seu progresso do que os exercícios convencionais de mesa. Os participantes do grupo controle também demonstraram fortes preferências pela terapia com T-WREX, com 89% dos controles encontrando a amostra em uma sessão

de exercícios com T-WREX que experimentaram menos chatos e mais benéficos. Uma média de 7300 indivíduos de ambos os grupos também considerou o T-WREX mais funcional, e 80% relataram uma probabilidade maior de concluir essa terapia em casa em relação aos exercícios convencionais de mesa.

7. Iwamuro, B. T et al. 2008

Modelo: Randomized trial.

Dispositivo assistivo: Therapy Assistant Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX) – Tecnologia já descrita (

Figura 4.6).

Amostra: 10 pacientes com hemiparesia crônica subsequente a derrame selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) Pelo menos 3 meses decorridos após o derrame; (b) 1 membro superior debilitado (caracterizado como estágio 2 ou estágio 3 na escala Chedoke-McMaster Stroke Assessment; (c) Não estar participando de nenhum outro programa de terapia de habilitação. Critérios de exclusão: (a) Dor nos ombros; (b) Espasticidade severa; (c) Limitações cognitivas severas; (d) Aplicações recentes de toxina botulínica nos membros superiores.

Método de avaliação: Os pacientes realizaram 2 sessões (uma com auxílio e outra sem auxílio da tecnologia assistiva) de treinamento em dias separados. A ordem das sessões foi aleatoriamente definida para cada paciente. Foram realizadas tarefas de alcance com o membro superior debilitado sem tecnologia assistiva e com tecnologia assistiva. As tarefas eram constituídas de 3 exercícios de alcance até cada um dos 12 alvos estrategicamente posicionados, totalizando 36 exercícios por sessão. A cinemática dos movimentos foi mensurada utilizando-se o Sistema de Detecção de movimento Optotrak Certus. A coleta de dados cinemáticos foi sincronizada utilizando-se o coletor de dados EMG.

Resultados: Houve melhora na proximidade com os alvos no grupo que utilizou a tecnologia assistiva. Em média, os pacientes conseguiram chegar 22% mais próximos dos alvos ($p < 0.001$). Houve diminuição, em média, de 13% na velocidade de pico das mãos na execução dos exercícios quando a tecnologia assistiva estava em uso. Houve diminuição de instabilidade no movimento de 40% quando a tecnologia assistiva estava em uso. Houve redução na atividade do bíceps na execução das tarefas ($p < 0.05$) e do deltoide anterior ($p < 0.055$).

8. Sanchez, R. J et al. 2006

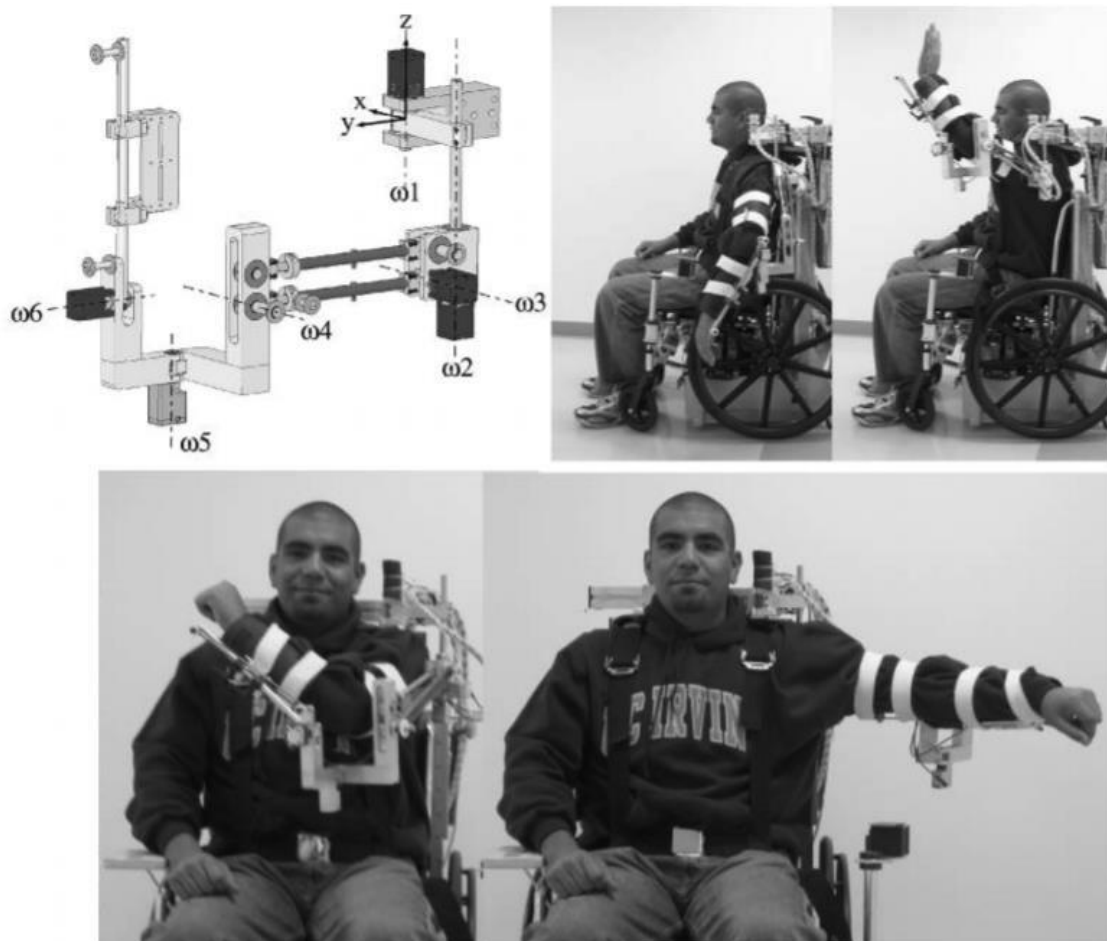
Modelo: Pilot study.

Dispositivo assistivo: Therapy Assistant Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX) – Tecnologia já descrita (

Figura 4.6).

Amostra: 5 pacientes selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) Pelo menos 6 meses decorridos após o derrame; (b) Ausência de dores nos ombros; (c) Ausência de limitações cognitivas; (d) Grau mínimo de debilitação no membro superior (nota menor que 56 no no Fugl-Meyer Motor Score). O experimento foi aprovado pelo Institutional Review Board da Universidade de Califórnia em Irvine.

Figura 4.6: T-WREX.



Fonte: Sanchez, R. J. et al. (2006).

Método de avaliação: Foram realizados 2 experimentos. Experimento 1: Validação da função "Balanço de gravidade" do T-WREX. Foram realizados uma série de exercícios utilizando-se a tecnologia assistiva, com a função de balanço ligada e desligada. Experimento 2: Estudo piloto para testar a viabilidade do uso do T-WREX como uma ferramenta para reabilitar os membros superiores após um derrame.

Frequência de treinamento: 3 vezes por semana durante 8 semanas. Cada sessão consistiu de 45 minutos. Cada sessão consistiu da realização de 7 jogos virtuais, durante os quais os pacientes tinham que realizar tarefas específicas.

Resultados: As habilidades de movimento dos pacientes, antes e depois do período de treinamento de 8 semanas, foram avaliadas pelo uso de 4 testes clínicos: Fugl-Meyer-Motor Assessment para os membros superiores, Rancho Functional Test para os membros superiores hemiplégicos/paréticos, Box and Blocks test para destreza manual. No experimento da validação da função balanço de gravidade, houve mais facilidade de os pacientes realizarem a maioria dos movimentos que consistiam no experimento ($p < 0.05$). No segundo experimento, houve melhora significativa na habilidade de movimento, segundo a escala Fugl-Meyer, em todos os pacientes ($p = 0.002$). Porém, não foi observado melhoras relevantes nos outros testes clínicos (Rancho Functional Test e Box and Blocks Test). Dois pacientes demonstraram melhoras significativas ($p < 0.05$) na força da pegada. Três pacientes demonstraram melhora no alcance.

Apêndice B – Resumo de informações: Dispositivos Robóticos

9. Masiero, S. et al. 2013

Modelo: Randomized trial.

Dispositivo assistivo: NeReBot® - Trata-se de um dispositivo robótico de três graus de liberdade que atua nos membros superiores e pode ser indicado na fase AVE agudo e pós-agudo, graças à sua portabilidade e à possibilidade de ser usado na cabeceira da cama. A sustentação e movimentação do braço do usuário é feita pela utilização de três cabos de nylon ligados a sistemas atuadores distintos e se conectam a uma tala que envolve o antebraço. Desta forma, o NeReBot® permite o treinamento do usuário em movimentos tridimensionais do braço (flexão/extensão, pronação/supinação, adução/abdução e circuncisão) com o usuário sentado ou deitado. Este dispositivo está ilustrado na Figura 4.7.

Amostra: 34 pacientes (23 masculinos e 11 femininos) distribuídos aleatoriamente entre o grupo de controle e o grupo experimental. Os pacientes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) Diagnóstico recente de derrame unilateral isquêmico ou hemorrágico, demonstrado por tomografia computadorizada de cérebro ou ressonância magnética nuclear; (b) Capacidade linguística e cognitiva suficiente para entender as instruções do operador (capacidade medida pela nota no exame Mini-Mental-State modificado maior que 18 pontos); (c) Pacientes com paralisia ou paresia não capazes de realizar movimentos ativos contra a gravidade ou resistências leves (nota no teste Motor Power entre 8 e 12). Apenas 30 pacientes terminaram o treinamento (14 no grupo experimental e 16 no grupo de controle).

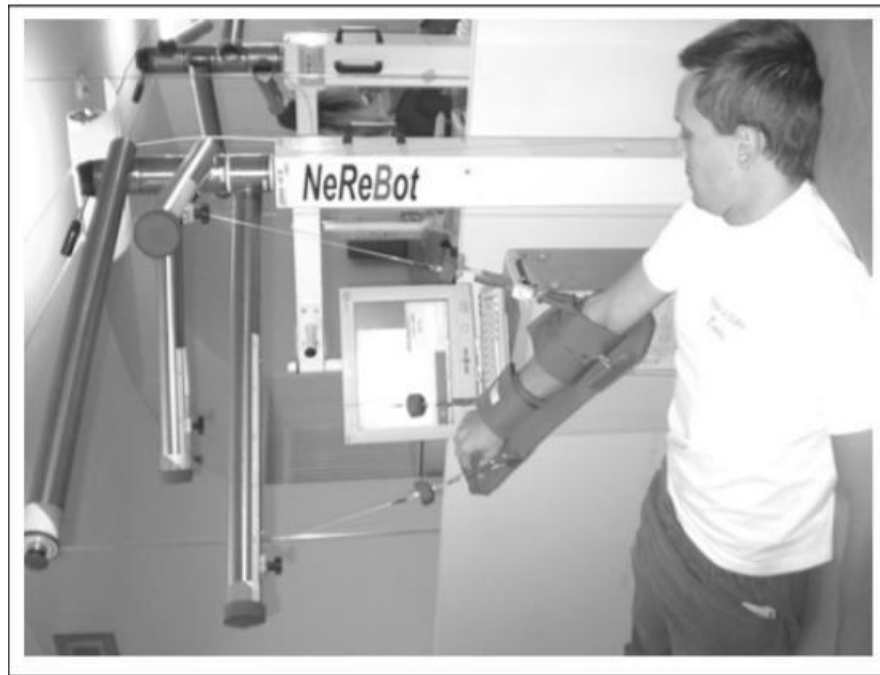
Método de avaliação: 5 sessões de treinamento por semana, durante 5 semanas. Cada sessão consistiu de 120 minutos de duração. O grupo de controle realizou terapia convencional. O grupo experimental realizou terapia convencional em conjunto com a terapia assistida (65% convencional, 35% assistida). As avaliações foram feitas imediatamente antes do início da terapia (Baseline), 5 semanas após o início da terapia (T1), 3 meses após o término da terapia (T2) e 7 meses após o término da terapia (T3).

Métodos de medida de resultados primários: Fugl-Meyer, Motor Functional Independence Measure e Frenchay Arm Test. Escalas de classificação utilizadas: (1) Medical Research Council (MRC); (2) Fugl-Meyer Assessment (FM); (3) Motor-Function Independence Measure (FIM); (4) Modified Ashworth Scale (MAS); (5) Frenchay Arm Test (FA-T); (6) Box and Block Test; (7) Tolerabilidade de

tratamento, avaliado observando-se o número de complicações médias; (8) Grau de aceitação do treinamento robótico, avaliado com a escala analógica visual.

Resultados: Não houve melhora de desempenho do grupo experimental em relação ao grupo de controle. Ambos os grupos apresentaram resultados similares.

Figura 4.7: NeReBot.



Fonte: Masiero, S. et al. (2013).

10. De Araujo, R. S. et al. 2014

Modelo: Preliminary study.

Dispositivo assistivo: Os autores apresentaram uma proposta de mescla entre uma órtese dinâmica e órtese estática. A estrutura principal é um exoesqueleto formada por dois segmentos de nylon posicionados ao longo do braço e antebraço e conectados por um eixo pivô. Uma única polia é fixada na estrutura mecânica do exoesqueleto, com o centro coincidindo com o eixo de rotação da articulação do cotovelo. A rotação da polia, gerada pela força dos atuadores mecânicos, é responsável pela flexão e extensão da articulação do cotovelo. Este dispositivo está ilustrado na Figura 4.8.

A parte estática da órtese foi fabricada com material termoplástico e foi utilizada para estabilizar e posicionar o braço e o antebraço do usuário. Além disso, a parte estática fixada no antebraço também foi responsável pela estabilização da articulação do punho em 20 ° de extensão e do polegar em 20 ° de abdução, a fim de permitir o movimento da pinça. Para melhor aderência e suporte da órtese, as partes estáticas foram fixadas e ajustadas com velcro.

Amostra: 12 pacientes destros (10 homens e 2 mulheres) com mais de 18 anos. Os pacientes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) Diagnóstico de derrame primário isquêmico ou hemorrágico há pelo menos 3 meses; (b) Hemiparesia no membro superior direito; (3) Ausência de déficits cognitivos. Os pacientes foram excluídos de acordo com os seguintes critérios: (a) Sequela motora bilateral; (b) Histórico de 2 ou mais derrames de espasticidade severa (nota maior que 3 no Modified Ashworth Scale (MAS)).

Método de avaliação: Os pacientes foram divididos em 2 grupos: Grupo de terapia física e grupo da órtese.

Grupo de terapia física: O treinamento foi constituído de 24 sessões realizadas 3 vezes com semana durante 8 semanas. Cada sessão teve duração de 50 minutos. O tratamento aplicado foi baseado no princípio de desenvolvimento neuromotor. Cada sessão foi constituída de aproximadamente 10 minutos para estabelecimento de uma base de postura física de suporte em conjunto com facilitação do alinhamento do ombro. Aproximadamente 20 minutos para uso do braço em tarefas de cuidados pessoais funcionais divididos em etapas. Nessas tarefas, os pacientes precisaram demonstrar certo domínio da atividade anterior antes de prosseguir para a próxima etapa. Finalmente, 20 minutos foram dedicados para a execução de diversas repetição de flexão e extensão do ombro, punho e mão.

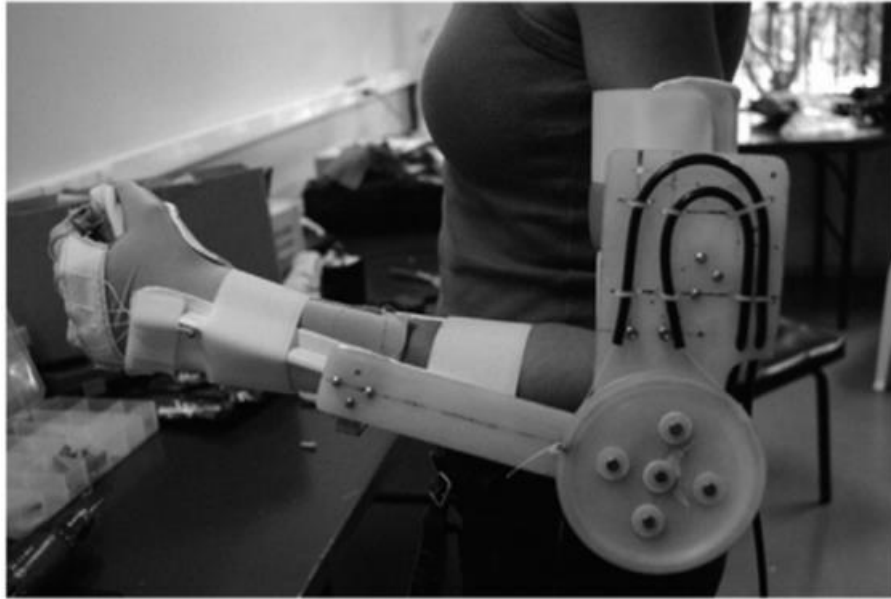
Grupo da órtese eletromecânica: O treinamento foi constituído de 24 sessões realizadas 3 vezes com semana durante 8 semanas. Primeiramente, foi realizado os ajustes e calibragem da tecnologia assistiva. Cada sessão foi constituída de aproximadamente 25 minutos de diversas repetições de flexão e extensão do cotovelo e dedos. Aproximadamente 20 minutos de tarefas funcionais constituídas de exercícios e alcance e movimentação de objetos em uma mesa (copo plástico e bolas macias de diversos tamanhos) para, em sequência, serem trazidos em direção à boca. Finalmente, os pacientes precisavam colocar os objetos em suas posições iniciais.

Resultados: Os resultados foram mensurados através do Modified Ashworth Scale (MAS), Fugl-Meyer Assessment (FMA) e o Electromyogram (EMG) amplitude.

MAS: Embora tenha ocorrido uma diminuição dos valores médios, não houve variação estatisticamente relevante.

FMA: Ambos os grupos mostraram melhora estatisticamente relevante. Porém, apenas o grupo da órtese mostrou melhora relevante relacionados ao pulso e à junta das mãos.

EMG: Houve aumento de amplitude EMG em todos os músculos no grupo da órtese, ao passo que no grupo de terapia física houve melhora apenas no extensor "digitotum communis". Comparações entre grupos mostram que os valores iniciais FMA dos punhos/mãos foram maiores no grupo de terapia física. Porém, após o treinamento, o grupo da órtese apresentou valores equivalentes aos do grupo de terapia física.



Fonte: De Araújo, R. C. et al. (2011).

11. Villafañe, J. H. et al. 2017

Modelo: Randomized controlled trial.

Dispositivo assistivo: Gloreha® - Este dispositivo robótico é descrito como uma luva que possui cabos ligados a parte dorsal dos dedos que são tracionados através de um motor que se posiciona separado da órtese. O uso deste dispositivo também está ligado há uma interface virtual que propõem os movimentos para serem completados pelo usuário. Este dispositivo está ilustrado na Figura 4.9.

Amostra: 32 pacientes (21 homens e 11 mulheres) selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) Tempo decorrido após derrame de no mínimo 15 dias e no máximo 12 meses; (b) Debilitação funcional nos membros superiores; (c) Primeira ocorrência de derrame; (d) Ausência de histórico de lesão do nervo periférico ou doenças musculoesquelética; (e) Ausência de contratura no pulso e dedos debilitados (Modified Ashworth < 3); (f) Ausência de histórico de procedimentos invasivos para tratamento de espasticidade há pelo menos 6 meses antes do início do estudo.

Método de avaliação: Os pacientes foram divididos aleatoriamente entre o grupo experimental e o grupo de controle. Todos os pacientes receberam treinamento padrão com 1 hora de duração por sessão, 5 dias por semana. O grupo experimental recebeu treinamento adicional em 3 dias da semana, com duração de 30 minutos, usando a tecnologia assistiva Gloreha, e o grupo de controle recebeu treinamento adicional com a mesma duração, mas sem a utilização da tecnologia assistiva.

Grupo experimental: 15 sessões de 30 minutos foram realizadas. Em cada sessão, os dedos da mão foram mobilizado em diversas combinações. Com auxílio de feedback visual e da tecnologia assistiva em conjunto com um sistema híbrido (ar e óleo comprimido) que realiza movimentos passivos de flexão e extensão dos dedos, foram realizados exercícios para estimular a mão e os dedos.

Grupo de controle: O grupo de controle recebeu o mesmo treinamento do grupo experimental. Porém, o treinamento foi constituído de reabilitação tradicional: alongamento assistido, exercício para o braço e ombro, e exercícios funcionais de alcance.

Figura 4.9: Gloreha.



Fonte: Villafañe, J. H. et al. (2017).

Resultados: Testes/avaliações clínicas utilizadas: National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS), Bartel Index (BI), Modified Ashworth Scale (MAS), Motricity Index (MI), QuickDash e uma escala analógica visual (VAS).

Os resultados para o NIHSS, BI, MI, e QuickDASH, demonstraram um fator de tempo significativo ($F_{1,0} = 94.675$; $p < 0.001$, $F_{1,0} = 169.731$; $p = 0.001$, $F_{1,0} = 111.383$; $p = 0.001$, and $F_{1,0} = 50.063$; $p = 0.001$, respectivamente), mas os resultados não foram significantes no caso da interação grupo-pelo-tempo. As análises pós treinamento demonstraram melhoras clínica e estatisticamente relevantes entre o pré treinamento e o pós treinamento, com exceção do MAS, para ambos os grupos ($p < 0.0001$ para todos).

Para a espasticidade, medida pelo MAS, não houve melhora significativa na interação para o tempo ($F_{1,0} = 11.791$; $p = 0.002$), ou para o grupo-pelo-tempo ($F_{1,0} = 0.628$; $p = 0.4$). VAS revelou um efeito do tempo significativo ($F_{1,0} = 5.775$; $p = 0.02$) mas não para a interação grupo-pelo-tempo ($F_{1,0} = 1.444$; $p = 0.2$) para a intensidade da dor. A análise pós treinamento demonstrou diferença significativa

na análise dentro de cada grupo no caso do grupo experimental ($p = 0.02$) mas não no caso do grupo de controle ($p = 0.4$).

12. Kim, G. J. et al. 2015

Modelo: Pilot Study.

Dispositivo assistivo: Órtese mioelétrica de cotovelo-punho-mão (MEWHO). Trata-se de um exoesqueleto que envolve o braço e o antebraço, ligados pela articulação acionada por um motor na altura do cotovelo, que auxilia na movimentação de flexão e extensão do cotovelo. Os sensores de superfície posicionados no manguito superior da órtese e localizados sobre os músculos bíceps e tríceps detectam o sinal eletromiográfico (EMG) do usuário assim que ele inicia uma contração muscular. O sinal EMG é filtrado através de software patenteado a bordo da órtese e isso ativa o motor para mover o cotovelo na direção desejada. O movimento é proporcional à produção muscular e à amplitude EMG.

Um conjunto adicional de sensores é posicionado sobre o antebraço distal, que registra a atividade EMG dos flexores/extensores de punho e dedo. A saída EMG dos sensores do antebraço aciona um segundo motor para abrir e fechar os dedos no movimento de pinça, a partir da vontade do usuário. O clínico responsável pelo tratamento é capaz de amplificar o sinal EMG do usuário e personalizar o nível de assistência fornecido pela órtese para mover o membro parético. O clínico também pode selecionar se a órtese se move com base na atividade de um ou vários grupos musculares, adaptados à performance do usuário. A órtese pesa aproximadamente 1,8 kg e fornece 0 a 130 graus de movimento e 7 N.m de torque no cotovelo e de 1 a 2,7 N.m de torque para os dedos. Isso se traduz na capacidade de levantar cerca de 8 a 10 kg (dependendo das condições do usuário). Este dispositivo está ilustrado na Figura 4.10.

Amostra: 11 participantes (6 homens e 5 mulheres) selecionados de acordo com os seguintes critérios: Critérios de inclusão: (a) Pelo menos 6 meses decorridos após o derrame; (b) AROM mínimo para flexão e extensão do ombro maior ou igual a 1/5 no Manual Muscle Test; (c) PROM completo para flexão e extensão do ombro; (d) Nota no MAS menor ou igual a 3 para o bíceps, tríceps e pronadores do membro afetado; (e) Acesso a serviços ambulatoriais em domicílio; (f) Capacidade de performance de ADLs básicos com assistência mínima; (g) Capacidade de tolerar tarefas funcionais por 60 minutos sem apresentar fadiga excessiva; (h) Estabilidade médica. Critérios de exclusão: (a) Estar realizando terapia ocupacional ou fisioterapia para o braço; (b) Injeção de toxina botulínica nos últimos 12 semanas; (c) Erupção cutânea ou ferida aberta no braço debilitado; (d) Ausência de sensação (toque suave ou dor) no lado debilitado; (e) Dor nos ombros que impeça ou limite a realização de atividades funcionais ou exercícios; (f) Dificuldade em seguir instruções; (g) Movimentos involuntários do braço afetado.

Apenas 9 pacientes permaneceram até o fim do estudo.

Método de avaliação: Após configuração da tecnologia assistiva de acordo com cada paciente (3 a 9 sessões), os participantes realizaram 6 semanas de treinamento, com 2 a 3 sessões por semana

com duração de 30 a 45 minutos. O treinamento foi composto de diversas atividades do dia a dia realizados em casa ou em uma clínica externa. A performance dos participantes foi mensurada em 4 pontos: (a) Antes do treinamento (baseline 1); (b) Após treinamento com a tecnologia assistiva, mas antes do início do treinamento em casa (baseline 2); (c) Após a conclusão do treinamento em casa (discharge); (d) 12 semanas após a conclusão do treinamento (follow-up).

Medidores de resultados utilizados: Modified Ashworth Scale (MAS), Box and Blocks test (BBT), Fugl-Meyer Assessment of the Upper Extremity (FMA-UE), Arm Motor Ability Test, and Motor Activity Log-Amount of Use subscale (MAL-AOU) and Motor Activity Log-How Well subscale (MAL-HW).

Resultados: Houve diferença no tempo de treinamento relatado pelos pacientes variando entre 33 e 89 minutos (média de 42,9 minutos por dia). Houve melhoras estatisticamente significativas na comparação de resultados de diversos pontos: Na fase baseline 1 em relação à fase discharge houve melhoras no FMA-UE ($t = 3.32$; $P = 0.01$), MAL-AOU ($t = 4.40$; $P = 0.002$), e MAL-HW ($t = 4.02$; $P = 0.004$), mean change score para o FMA-UE foi 3.2 pontos; para o MAS-AOU, 0.30 pontos; e para o MAL-HW, 0.27 pontos. Na fase baseline 1 em relação à fase discharge houve melhoras no MAL-AOU ($t = 2.61$; $P = 0.035$) e MAL-HW ($t = 2.47$; $P = 0.043$), mean change score para o MAS-AOU foi 0.14 pontos; e para o MAL-HW, 0.18 pontos. Apenas o MAL-HW score ($t = 2.47$; $P = 0.033$) foi estatisticamente significativo na fase baseline 2 em relação à fase discharge, com um mean change score de 0.19 pontos. Não houve descobertas significativas na fase baseline 1 em relação a baseline 2 e na fase baseline 2 em relação à follow-up.

13. Dunaway, S. et al. 2017

Modelo: Case report.

Dispositivo assistivo: Órtese mioelétrica de cotovelo-punho-mão (MEWHO) – Este estudo analisou a tecnologia MEWHO já descrita (Figura 4.10), e uma adaptação que promove um acoplamento mais firme da tecnologia no paciente (MEWHO com pegada).

Amostra: 1 paciente destro de 62 anos diagnosticado com disartria e hemiplegia do lado esquerdo. Este paciente sofreu este derrame em dezembro de 2013 e passou por reabilitação tradicional no hospital durante aproximadamente 1 mês. Em janeiro, o paciente começou a terapia à distância, e em abril passou a utilizar o MEWHO. O histórico médico deste paciente inclui: hipertensão, uso de tabaco, ataque isquêmico transiente 3 anos atrás, hiperlipidemia e paralisia de Bell.

Método de avaliação: O paciente completou 21 sessões de 1 hora. Durante 3 meses, o paciente recebeu terapia ocupacional tradicional. A partir do quarto mês, o paciente passou a utilizar a tecnologia assistiva MEWHO. Após um período de regulagem e adaptação ao MEWHO o paciente recebeu um plano de atividades e um cronograma para uso diário da tecnologia assistiva durante 30 minutos. Após 7 meses, o paciente passou a utilizar a tecnologia MEWHO com pegada. A partir deste período. 14

sessões foram realizadas, nas quais foram realizados diversos exercícios para adaptação à tecnologia assistiva e exercícios do dia a dia.

Resultados: Os resultados foram mensurados através do Range of Motion testing (ROM), Manual Muscle Testing (MMT) e a Modified Ashworth Scale (MAS). Após o início da utilização da MEWHO com pegada, também foi utilizado a avaliação Fugl-Meyer. Força e ROM ambos aumentaram após o treinamento. O paciente também demonstrou melhora na incorporação do membro debilitado na realização de atividades como carregar uma cesta de roupas, levantar objetos pesados, utilizar uma fita métrica, preparar refeições e abrir portas. Após a implementação do MEWHO com pegada, o paciente passou a ter uma pegada ativa e funcional, resultado este não observado antes da implementação da tecnologia assistiva com pegada.

14. Peters, H. T. et al. 2017

Modelo: Uncontrolled trial.

Dispositivo assistivo: Órtese mioelétrica de cotovelo-punho-mão (MEWHO) – Tecnologia já descrita (Figura 4.10).

Amostra: 18 pacientes selecionados de acordo com os seguintes critérios: (a) Bíceps parético ativado volitivamente; (b) Ocorrência de derrame (hemorrágico ou esquêmico) há pelo menos 12 meses; (c) Nota igual ou superior à 24 pontos no exame Mini Mental Status; (d) Idade entre 21 e 80 anos; (e) Medicamente estável; (f) Mais de 30° de flexão ativa dos ombros, mais de 20° de abdução ativa dos ombros; (g) MMT (Manual Muscle Testing Grading System) com nota maior do que 1 ponto.

Método de avaliação: Fugl-Meyer Assessment (FMA), Bateria de tarefas funcionais (Acionar um interruptor para ligar uma lâmpada, elevar bilateralmente uma cesta de roupas, levar uma colher até a boca, e beber de um copo), e Box and Block Test (BBT). Estes testes foram realizados sem a órtese mioelétrica e, em sequência, após regulagem do aparato, as mesmas atividades foram realizadas novamente com a órtese mioelétrica em uso.

Resultados: FMA: Em relação à performance, houve melhora significativa nas seguintes tarefas: (a) Pegada durante a alimentação ($p = 0.024$); (b) Movimentação do cotovelo durante a alimentação ($p = 0.003$); (c) Pegada durante a bebida ($p = 0.001$). Em relação ao tempo de execução, houve melhora significativa nas seguintes tarefas: Pegada durante a bebida ($p = 0.016$).

BBT: Houve melhora significativa na média dos resultados ($p < 0.001$). A Bateria de Tarefas funcionais foi utilizada para complementar os outros testes e não foi aplicado a todos os pacientes.



Fonte: Dunaway, S. et al. (2017).

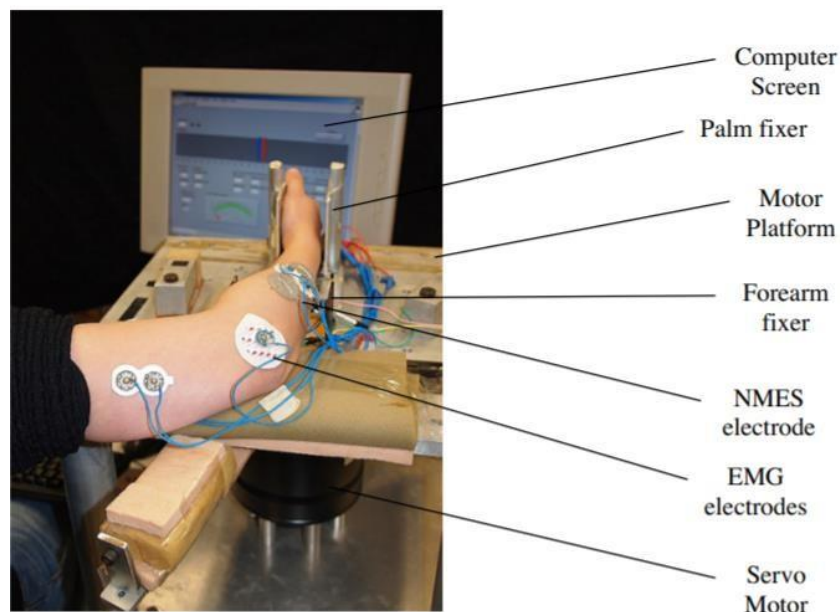
15. Hu, X. L. et al. 2012

Modelo: Pilot study.

Dispositivo assistivo: Um sistema de robô eletromecânico acionado por eletromiografia (EMG). Trata-se de um sistema atuado que trabalha em conjunto com estimulação elétrica neuromuscular (EEN) para auxiliar na movimentação de flexão/extensão do pulso. A Figura 4.11 mostra que o aparelho envolve a mão do usuário e conduz a movimentação do punho através da rotação da base acionada. O dispositivo permite movimentações entre -45 a 60 graus (sendo o negativo representa movimentação e extensão e positivo a movimentação em flexão) e trabalha em conjunto com uma interface virtual que propõe os movimentos.

Amostra: Cinco pacientes. Os critérios de inclusão do estudo foram: (a) Tempo decorrido de pelo menos um ano após o início de uma lesão cerebral singular e unilateral por acidente vascular cerebral; (2) Amplitude de movimento passiva (ADM) dos sujeitos para flexão do punho e a extensão deve ser de pelo menos -45° a 60° ; (c) Espasticidade na articulação do punho deve ser menor que 3, conforme medido pela Escala de Ashworth Modificada (MAS) (Ashworth, 1964); e (d) Sinais EMG voluntários detectáveis (ou seja, a amplitude do sinal deve estar acima de 3 vezes o desvio padrão da linha de base) do FCR e ECR no lado parético dos sujeitos.

Figura 4.11: Sistema assistivo robótico eletromecânico com estímulo elétrico neuromuscular.



Fonte: Hu, X. L. et al. (2012).

Método de avaliação: Todos os sujeitos foram convidados para um estudo piloto do treinamento de pulso assistido por robô do NMES, que consistia em 20 sessões de treinamento, com uma intensidade de treinamento de 3 a 5 sessões por semana, terminadas em 7 semanas consecutivas. Em cada sessão de treinamento, houve 14 tentativas e realizar a atividade de seguir o alvo com o pulso e cada tentativa teve cinco ciclos de extensão / flexão de punho.

A flexão / extensão do punho foi avaliado em cinco indivíduos com AVC crônico, através de cinco atividades diferentes. O Desempenho das performances foram medidas por amplitude de movimento (ROM). Duas velocidades diferentes de rastreamento de pulso, ou seja, 10° por segundo e 20° por segundo, foram usadas para a avaliação. Os pacientes foram testados com cinco combinações de assistência diferentes no sistema NMES-robô para realizar tarefas de conduzir o pulso. Estas combinações são referentes aos ganhos que variam entre 0, 50 e 100%, tanto do robô quanto da estimulação elétrica neuromuscular. A função motora voluntária do membro superior parético dos sujeitos foi pontuada pela Avaliação de Fugl-Meyer (FMA), Action Research Arm Test (ARAT), e Wolf Motor Function Function Test (WMFT). Os pares de eletrodos EMG foram conectados à superfície da pele do ventre muscular da FCR, ECR, bíceps braquial (BIC) e tríceps braquial (TRI). Cada sujeito foi instruído a realizar extensão/flexão no pulso parético por 5 segundos com uma repetição de 2 vezes (2 minutos de intervalo entre repetições). Os sinais EMG associados ao torque máximo do pulso foram utilizados no controle do robô NMES e posteriormente na normalização do sinal EMG. Durante o rastreamento, os sinais EMG foram coletados dos quatro músculos. O desempenho foi avaliado pelo nível de ativação EMG, índice de co-contração EMG entre um par de músculos, erro quadrático médio da raiz (RMSE) entre o alvo e as posições reais de rastreamento de pulso e a ROM máxima durante o

rastreamento. Cada tarefa de rastreamento foi repetida duas vezes com sequência aleatória e o valor médio de um parâmetro de avaliação foi utilizado para análise estatística.

Resultados: Os resultados mostraram melhorias nas funções motoras voluntárias nas funções da mão, punho e cotovelo após o treinamento, conforme indicado pelos valores clínicos da Avaliação de Fugl-Meyer, Action Research Arm Test, Wolf Motor Function Test; e também mostrou espasticidade reduzida no punho e cotovelo, conforme medido pelo teste modificado de Ashworth de cada sujeito. Após o treinamento, as co-contrações foram reduzidas entre o flexor radial do carpo e o extensor radial do carpo, e entre o bíceps braquial e o tríceps braquial. A assistência do robô ajudou a melhorar a precisão do movimento; e o NMES ajudou a aumentar a ativação muscular da articulação do punho e suprimir as atividades musculares excessivas da articulação do cotovelo.

16. Cho e Song 2015

Modelo: Single-group design.

Dispositivo assistivo: Whole arm manipulator (WAM) - Dispositivo robótico com sete graus de liberdade (para simular movimentos do ombro, cotovelo e punho). A estrutura robótica fica ao lado do paciente (que permanece sentado em uma cadeira) e tem contato apenas com a sua mão. A terapia envolve jogos interativos de alcance que estimula a movimentação do membro superior do paciente. O dispositivo pode ajudar o movimento apenas sustentando o membro ou também aplicando forças em direção ao alvo para assistir o movimento. Além disso, os sujeitos usavam cinto com cinto de segurança para minimizar o movimento compensatório e a probabilidade de situações de emergência. Este dispositivo está ilustrado na Figura 4.12.

Amostra: Os pacientes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios. Critérios de inclusão: (a) Hemiparesia decorrente de um único AVE ocorrido há pelo menos seis meses; (b) Cognição suficiente para seguir instruções simples e entender o objetivo do estudo (pontuação no Mini-Mental State Examination [MMSE] > 18 pontos); (c) Ausência de uma condição músculo-esquelética que possa afetar a capacidade do paciente sentar com segurança; (d) Ausência de negligência hemiespacial. Critérios de exclusão: (a) Participação em outros estudos ou programas de reabilitação; (b) Subluxação do ombro ou dor nos membros superiores; (c) Espasticidade (pontuação na Escala Modificada de Ashworth > 2). Dois dos doze indivíduos em potencial foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão.

Método de avaliação: Dez pacientes participaram do programa de treinamento com alcance assistido por robô durante 40 minutos por dias, 2 vezes por semana, durante 4 semanas. Pausas para descanso eram permitidas, se solicitadas, mas não foram incluídas no tempo geral. Os indivíduos foram avaliados quanto ao movimento funcional do braço através do “Action Research Arm Test”. Além disso, o desempenho cinemático da extremidade superior foi medido usando a velocidade de movimento do membro superior nas atividades para alcance. As medidas do movimento funcional e desempenho

cinemático das extremidades foram realizadas três vezes: no início, durante a intervenção e pós-intervenção. Quando o treinamento começou, bolas vermelhas e cinzas apareceram na tela projetiva e os sujeitos realizaram movimentos para atingir alvos no espaço tridimensional. Uma tarefa consistia em três fases: movimento em direção ao alvo, manipulação do alvo e retorno à posição inicial. Durante a execução dos exercícios de treinamento, a velocidade do ponto inicial ao ponto alvo e do ponto alvo ao ponto inicial foi registrada.

Desempenho cinemático da extremidade superior: A análise cinemática da extremidade superior foi baseada no desempenho de um movimento de alcance em direção aos alvos. O desempenho foi analisado de acordo com a velocidade do movimento (definida pela razão entre distância do movimento e o tempo de execução). A velocidade do movimento foi registrada enquanto a articulação alcançava do ponto da mão no ponto alvo e retornava ao ponto da mão. Os movimentos dos sujeitos foram executados para atingir diferentes alvos colocados nas posições ipsilateral, central e contralateral. Os dados foram transferidos para o software MATLAB para análise posterior.

Movimento Funcional: O “Action Research Arm Test” (ARAT) foi usado para medir o movimento funcional. O ARAT foi desenvolvido para avaliar a incapacidade dos membros superiores através da avaliação de quatro movimentos básicos, incluindo preensão primária, preensão, beliscão e movimentos bruscos de flexão e extensão no cotovelo e ombro. Cada teste é classificado em uma escala de quatro pontos, de 0 (incapaz de completar qualquer parte do movimento da mão ou do braço) a 3 (desempenho normal), produzindo uma pontuação máxima de 57.

Figura 4.12: Barret WAM braço robótico.



Resultados: O movimento funcional (ARAT) melhorou constantemente durante as quatro semanas de intervenção. Por outro lado, o desempenho cinemático (velocidade de movimento) em três direções mostrou o maior grau de melhora após duas semanas de intervenção. Esse resultado indica que o treinamento de alcance assistido por robô de duas semanas pode ser suficiente para alcançar os efeitos benéficos.

17. Stein, J. et al. 2017

Modelo: Pilot study.

Dispositivo assistivo: Active joint brace (AJB) - órtese motorizada que combina exoesqueleto robótico com algoritmos de controle de eletromiografia (EMG). AJB funciona monitorando continuamente os sinais EMG da superfície dos músculos flexores e extensores do usuário da articulação do cotovelo (bíceps e tríceps). Esses sinais são filtrados e processados para compreender qual torque deve ser realizado e qual músculo ele deve assistir (via atuador e trem de força – “drive train”) para ajudar o usuário a realizar o movimento desejado. Este dispositivo está ilustrado na Figura 4.13.

Amostra: Seis indivíduos que sofreram AVE isquêmico ou hemorrágico e que sofrem com hemiparesia crônica severa. Foi solicitado que os participantes concluíssem seus programas formais de terapia física e ocupacional antes do estudo. Critérios de exclusão: (a) Histórico de mais de um AVE, ou outras condições neurológicas que possam afetar as habilidades motoras (por exemplo, doença de Parkinson); (b) Participação ativa em outro estudo; (c) Déficits cognitivos, perceptivos ou afasia suficientemente graves para interferir na capacidade de seguir instruções e concluir o protocolo.

Método de avaliação: Voluntários foram submetidos a 18 horas de treinamento físico com o dispositivo por um período de seis semanas. As medidas de resultado incluíram a avaliação Fugl-Meyer e a escala Ashworth modificada (MAS) de hipertonia muscular dos membros superiores. O treinamento consistia em 2 a 3 horas de treinamento por semana, durante um total de 18 horas de treinamento físico durante um período de 6 a 9 semanas. Cada sessão consistiu em aproximadamente 60 minutos de treinamento físico usando o AJB. Os exercícios consistiam em um conjunto definido de tarefas da extremidade superior orientadas para a função, adaptadas às habilidades motoras de cada sujeito, como mover blocos de uma área para outra ou ligar e desligar um interruptor. Os indivíduos realizaram essas tarefas motoras enquanto usavam o AJB. As tarefas foram adaptadas às habilidades motoras distais dos sujeitos, porque todos apresentavam fraqueza significativa e controle motor prejudicado na mão e no pulso. O estudo foi realizado de forma aberta.

Resultados: A análise revelou que a média da performance da extremidade superior do grupo em relação a escala de Fugl-Meyer aumentou de 15,5 (SD de 3.88) para 19 (SD de 3.95), (P= 0.04) na conclusão do treinamento. A escala de Ashworth modificada combinada para os flexores e extensores do cotovelo melhorou de 4,67 (SD de 1.2) para 2,33 (SD de 0.653), (P= 0.009) e também para todo o membro superior. Todos os sujeitos toleraram o dispositivo e não ocorreram complicações.

Figura 4.13: Órtese motorizada com algoritmos de controle.



Fonte: Stein, J. et al. (2007).

Apêndice C – Testes e avaliações contemplados nos artigos

Tabela 4.5: Testes e avaliações utilizadas nos artigos.

TESTE	DESCRIÇÃO
Motor-Functional Independence Measure (FIM)	Ferramenta de medição de 18 itens que explora a função física, psicológica e social de um indivíduo (Linacre, 1994). Esta ferramenta é utilizada para avaliar o nível de incapacidade de um paciente, assim como mudanças nas respostas de pacientes à reabilitação ou intervenção médica (Heinemann, 1993).
Frenchay Arm Test (FA-T)	Instrumento de medida do controle motor proximal do membro superior e da coordenação motora (destreza) durante o desempenho das AVDs em pacientes comprometidos resultantes de condições neurológicas (Silva, 2017).
National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS)	Usado como uma ferramenta de avaliação clínica do status neurológico em pacientes que sofreram AVE. O NIHSS é uma escala de 15 itens para exame neurológico, usada para avaliar o efeito do AVE agudo nos níveis de consciência, linguagem, negligência, perda de campo visual, movimento extra-ocular, força motora, ataxia e perda sensorial. Um observador treinado classifica a capacidade da paciente de responder a perguntas e realizar atividades (NIH, 2020).
Barthel Index (BI)	É uma escala ordinal usada para medir o desempenho em AVDs. O BI mede o grau de assistência requerida por um indivíduo que sofreu AVE em 10 itens de mobilidade e AVD de autocuidado. O tempo necessário e a assistência física necessária para executar cada item são usados na determinação do valor atribuído a cada item (PHYSIOPEIDIA, 2020).
Motricity Index of the Arm (MI)	Avalia a força do membro parético superior em pacientes com AVE. Existem três itens para os braços (ou seja, aperto da pinça, flexão do cotovelo, abdução do ombro). As pontuações variam de 0 a 100 (escala ordinal de 6 componentes, ou seja, 0, 11, 19, 22, 26 e 33 pontos por item) (Nijboer, 2014).
QuickDASH	Trata de um questionário respondido pelo paciente com o intuito de avaliar as limitações funcionais dos membros superiores com uma abordagem baseada nas necessidades dos pacientes (Gabel, 2009).
Visual analogic scale (VAS)	Instrumento de medida que tenta medir a característica ou atitude que acredita-se variar ao longo de um continuum de valores e não pode ser diretamente medido facilmente (Gould, 2001). É constantemente usado em pesquisas epidemiológica e clínicas para medir a intensidade ou frequência de vários sintomas (Dauphin, 1999). Por exemplo, a quantidade de dor sentida por um paciente varia ao longo de um continuum do nulo a uma quantidade extrema de dor (Gould, 2001).
Box and Block Test (BBT)	O teste é usado para medir a destreza manual bruta de uma pessoa que possui sequelas neuromusculares no membro superior. O teste consiste na movimentação do maior número possível de blocos em uma caixa padronizada durante o período de 60 segundos (Mathiowetz, 1985).

Tabela 4.5 (continuação): Testes e avaliações utilizadas nos artigos.

TESTE	DESCRIÇÃO
Avaliação de Fugl-Meyer (FMA)	Com o propósito de estabelecer medidas físico-métricas padronizadas e objetivas que auxiliem a intervenção terapêutica, prognóstico e resultados da reabilitação do paciente hemiplégico, Fugl-Meyer, elaborou um protocolo de avaliação do comprometimento motor baseado nos estágios de recuperação motora de Brunnström, isto é, através dos princípios ontogênicos da recuperação motora. A avaliação de Desempenho Físico de Fugl-Meyer avalia cinco dimensões do comprometimento, incluindo três aspectos do controle motor como a amplitude de movimento articular, dor, sensibilidade, comprometimento motor da extremidade superior e inferior, e equilíbrio. Os dados são pontuados em uma escala ordinal de 3 (0 = nenhuma performance; 2 = performance) (Cacho, 2004).
Action Research Arm Test (ARAT)	ARAT é o teste que avalia a coordenação, a destreza e a função da extremidade superior. É composto por quatro sub-testes, compreendendo 16 movimentos de preensão e três movimentos de alcance a serem executados pelo paciente. Os itens são pontuados em uma escala de quatro pontos, cuja pontuação total varia de 0 a 57. O teste é validado, confiável e sensível à mudança nos pacientes com acidente vascular encefálico (AVE). O ARAT é adequado para a avaliação de alterações na capacidade das habilidades de braço em ensaios clínicos (Franck, 2013).
Teste modificado de Ashworth	Um dos métodos propostos para medir a espasticidade muscular que envolve mover manualmente um membro através da amplitude de movimento para alongar passivamente grupos musculares específicos. Ashworth descreveu uma escala ordinal de cinco pontos para avaliar a resistência encontrada durante esse alongamento muscular passivo. A escala de Ashworth classifica a espasticidade da seguinte forma: 0 = tônus muscular normal; 1 = ligeiro aumento no tônus muscular, "pega" quando o membro se move; 2 = aumento mais acentuado do tônus muscular, mas membro facilmente flexionado; 3 = aumento considerável no tônus muscular; e 4 = membro rígido em flexão ou extensão (Bohannon, 1987).
Motor Activity Log (MAL)	MAL é uma entrevista semiestruturada para avaliar o uso do braço e mão paréticos (quantidade de uso e qualidade do movimento) durante as atividades da vida diária (AVDs) (pontuação máxima = 5), fora do ambiente de tratamento (Nijenhuis et al., 2015). Os pacientes classificam quão bem (escala Quality of Movement) e quanto (escala amount of use) seu braço mais comprometido foi usado para realizar cada uma das 30 atividades da vida diária propostas (Uswatte, 2006).
ABILHAND	O ABILHAND é uma ferramenta de avaliação clínica que avalia o desempenho diário percebido da mão prejudicada, relacionado a tarefas da vida real, usando um conjunto de 23 atividades bimanuais. O teste é administrado como uma entrevista semiestruturada, usando uma escala de classificação ordinal de três níveis: impossível (0), difícil (1) e fácil (2) de realizar. Atividades não realizadas nos últimos três meses não são pontuadas. Para comparar a habilidade manual inter ou intra-individual, as pontuações ordinárias são convertidas em uma escala de intervalo e, conseqüentemente, em uma medida linear da habilidade manual, com base em uma análise Rasch. O ABILHAND é validado e clinicamente útil (Franck, 2013).
Stroke Impact Scale	Avalia a qualidade de vida por meio de um questionário auto-relatado (pontuação máxima = 100%). (Nijenhuis, 2015)
Utrecht arm/hand test (UAT)	O UAT é um teste simples de cabeceira que mede o comprometimento motor das mãos e braços após o AVC. Os critérios de avaliação são comparáveis aos estágios de recuperação motora após o AVC. A escala ordinal representa oito estágios, variando de 0 (braço não funcional) a 7 ('mão desajeitada'). Nos estudos, o UAT é comumente usado como uma medida de classificação na linha de base (Franck, 2013).
TEMPA (Test d'Évaluation des Membres Supérieurs de Personnes Âgées)	O teste consiste em quatro tarefas bilaterais (abrir uma jarra e tirar uma colher de café; destrancar uma fechadura da porta, pegar e abrir uma caixa de comprimidos; endereçar e afixar um carimbo em um envelope; embaralhar e distribuir cartas de baralho) e quatro unilaterais tarefas (pegar e mover uma jarra; pegar uma jarra e derramar água em um copo; manusear moedas; manusear objetos pequenos). As pontuações são baseadas em três critérios: velocidade de execução, classificação funcional e análise de tarefas. A classificação funcional refere-se à autonomia do sujeito durante a execução de cada tarefa em termos de quatro níveis: (0) tarefa concluída com sucesso sem hesitação e dificuldade, (-1) tarefa concluída com alguma dificuldade, (-2) tarefa parcialmente executada ou com determinadas etapas realizada com dificuldade e (-3) tarefa não concluída mesmo com assistência (Araújo, 2013).
Arm Motor Ability Test	Foi desenvolvido para medir aspectos quantitativos e qualitativos de uma série de AVDs. O AMAT consiste na avaliação de 16 tarefas AVDs compostas que envolvem uma a três sub-tarefas. O examinador classifica cada tarefa de acordo com duas escalas relevantes para a recuperação da função motora: Capacidade Funcional (ou seja, capacidade de atingir o objetivo motor ou comportamental especificado) e Qualidade do Movimento (ou seja, quão bem os movimentos da tarefa são executados). Essas escalas fornecem informações sobre aspectos do movimento que são difíceis de avaliar quantitativamente quando se estuda uma ampla gama de tarefas (Kopp, 1997).
Medical Research Council (MRC)	Usado para medir a força do braço parético durante a abdução do ombro (MRC deltoide), flexão do cotovelo (MRC bíceps), extensão do cotovelo (MRC tríceps), flexão do punho (flexores do punho MRC) e extensão (extensão do punho MRC). Pontuação varia no intervalo de 0 (sem contração muscular) a 5 (força normal) (Masiero, 2014).