

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE UM EQUIPAMENTO PARA TRATAMENTO DA ESPASTICIDADE

Murilo Plínio Nogueira Ribeiro<sup>1</sup>; Marcelo Pereira Melo Dutra<sup>1</sup>; Rodrigo Pereira Toralles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Salvador, UNIFACS, Salvador, BA, Brasil.

Rec.: 06.07.2014. Ace.: 25.09.2015

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma prospecção tecnológica sobre equipamentos para tratamento da espasticidade, identificando equipamentos capazes de realizar movimentos passivos e programáveis. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de anterioridade com base nos pedidos de patentes depositadas no banco de dados USPTO e Espacenet, utilizando-se das seguintes palavras-chave: (“orthesesor "movementdevice" or "weardevice" or "assistivedevice" or "feedbackcontrol" orglove”) and (“strokeorspasticityorhandor "fingermovement" orwristorhypertoniaorstiffening”), nos campos título e abstract. A pesquisa e a análise dos dados foram auxiliadas pelo uso do software PatentInsightPro, que encontrou 134 patentes, predominantemente dos Estados Unidos (84) com um crescente avanço do número de patentes da China (30), de 2006 a 2012, tendo como principais classificações as A61H e A63B. Os resultados permitiram identificar também 9 pedidos de patentes com grande correlação com o objeto de estudo. Não foram encontrada predominância de empresas ou inventores como depositantes, o que sinaliza um campo bastante disperso e que possui o maior volume de patentes depositadas por inventores independentes. Este trabalho apresenta os principais proprietários das patentes para equipamentos de tratamento de espasticidade, bem como os principais países onde as patentes estão depositadas.

Palavras chave: Espasticidade. Prospecção. Equipamento.

### ABSTRACT

This paper aims to conduct a survey on technological equipment for spasticity, identifying equipment capable of performing passive movements and programmable. For this, we carried out a novelty search is based on applications filed in the USPTO and Spacenet patent database, using the following keywords: (“ortheses or "movement device" or "wear device" or "assistive device" or "feedback control" or glove”) and (“stroke or spasticity or hand or "finger movement" or wrist or hypertonia or stiffening”), in the fields titles and abstract. The research and data analysis were aided by the use of PatentInsightPro software, which found 134 patents, predominantly from the United States (84) with an increasing number of patents in China (30), between 2006 and 2012, the main ratings the A61H and A63B. The results allowed also identify 9 patent applications with high correlation with the object of study. There were no predominance of companies or inventors as applicants, that indicates a fairly dispersed field and has the highest volume of patents filed by independent inventors. This paper presents the principal owners of patents for spasticity treatment equipment as well as the main countries where patents are deposited. There were no predominance of companies or inventors as applicants, wich indicates a fairly dispersed field and has the highest volume of patents filed by independent inventors. This paper presents the principal owners of patents for spasticity treatment equipment as well as the main countries where patents are filed.

Keywords: Spasticity. Prospecting. Equipment.

Área Tecnológica: Engenharia de software.

## INTRODUÇÃO

Espasticidade é um distúrbio motor caracterizado pelo aumento do tônus muscular, dependente da velocidade, associado à exacerbação do reflexo miotático. É um comprometimento freqüente nas lesões congênitas e adquiridas do sistema nervoso central (BRASIL, 2009). Os músculos espásticos resistem mais à contração e custam a se relaxarem, em comparação com os músculos normais, mantendo-se contraídos por períodos maiores.

É um dos distúrbios motores mais frequentes e incapacitantes, estando associado com redução da capacidade funcional, limitação da amplitude do movimento articular, desencadeamento de dor, aumento do gasto energético metabólico e prejuízo nas tarefas diárias, como alimentação, locomoção, transferências (mobilidade) e cuidados de higiene. Pode causar contraturas, rigidez, luxações e deformidades articulares.

A espasticidade nos membros superiores predomina nos músculos flexores, com postura em adução e rotação interna do ombro, flexão do cotovelo, pronação do punho e flexão dos dedos. Essa postura, quando mantida por longo período, provoca o enrijecimento da musculatura e afeta a capacidade na amplitude do movimento. Com o tempo, mesmo que o paciente recupere a capacidade neurológica do controle da movimentação, a estrutura muscular e nervosa não mais permite a movimentação.

Diversas são causas das lesões que podem provocar espasticidade, entre elas esclerose múltipla, paralisia cerebral (PC) em crianças e traumatismo raqui-medular (TRM) em adultos, traumatismo crânio-encefálico (TCE), e acidente vascular encefálico (AVE) (BRASIL, 2009).

É com base neste contexto que surgiu a problemática da pesquisa realizada: qual o estado da arte sobre desenvolvimento de equipamentos para espasticidade, principalmente aqueles que são capazes de realizar movimentos passivos e programáveis. Para responder a esta questão o artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que tem como objetivo realizar uma prospecção tecnológica sobre equipamentos para tratamento da espasticidade, identificando equipamentos capazes de realizar movimentos passivos e programáveis a partir da análise de pedidos de patentes

Como metodologia do estudo, foi realizada uma pesquisa de anterioridade com base nos pedidos de patentes depositadas no banco de dados do United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no European Patent Office (EPO ou ESPACENET) utilizando-se do programa PatentInsightPro como software de busca e análise de patentes. Na pesquisa utilizou-se as seguintes palavras-chave em ambos os bancos de dados: "orthesesor "movementdevice" or "weardevice" or "assistivedevice" or "feedback control" orglove" and "strokeorspasticityorhandor "fingermovement" orwristorhypertoniaorstiffening" nos campos título e abstract.

Os resultados visam balizar a proposição de um equipamento vestível, portátil e de baixo custo que possa assistir esses pacientes com tratamento fisioterápico contínuo. Este equipamento deverá ser capaz de realizar movimentos passivos e programáveis com o objetivo de evitar o enrijecimento e encurtamento da musculatura. Cabendo ao profissional de saúde determinar a frequência, velocidade, amplitude e resistência máxima.

Assim, este trabalho foi conduzido para ilustrar o mapa das patentes correlacionadas a equipamentos de tratamento de espasticidade através da pesquisa de anterioridade. O estudo, então, evolui com a representação e análise dos resultados obtidos.

## DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

O tratamento fisioterapêutico é constante e por tempo indefinido tendo sua conduta adaptada de acordo com a evolução do paciente. É essencial o acompanhamento do trofismo e tônus muscular.

O tônus espástico pode ser trabalhado realizando o alongamento da musculatura atingida. Os alongamentos são exercícios voltados para o aumento da flexibilidade muscular, que promovem o estiramento das fibras musculares, fazendo com que elas aumentem o seu comprimento, resultando em uma maior amplitude de movimento possível de uma determinada articulação (SEGURA; CRESPIÃO; DAROLT, 2007).

O membro espástico demonstra aumento da resistência ao movimento passivo, progressivo ao aumento da amplitude e da velocidade imposta. A resistência descrita é maior no início do movimento e diminui com a continuação dele, caracterizando o "sinal do canivete" (ZONTA; KUMAGAI, 1998).

Dentre os tratamentos disponíveis incluem-se: fisioterapia, agentes farmacológicos (por via oral ou intratecal), desnervação dos músculos com o uso de injeções de fenol, utilização de injeções de toxina botulínica e tratamentos cirúrgicos como alongamento ou transferência de tendões, liberação capsular, neurtomia, cordotomia e rizotomia (JOZEFECZYK, 1997).

O estudo da incidência da espasticidade, o comprometimento motor associado e as características do tratamento, permitem apontar para a relevância do desenvolvimento de um equipamento que possa assistir os pacientes com tratamento fisioterápico contínuo. O objetivo é um equipamento vestível, portátil e de baixo custo destinado à reabilitação de dedos, mãos e punhos de pacientes com espasticidade.

Este equipamento deverá ser capaz de realizar movimentos passivos e programáveis com o objetivo de evitar o enrijecimento e encurtamento da musculatura. Os movimentos são realizados com biofeedback num ambiente de exercício virtual que, além de estimular o paciente, registra e monitora o tratamento (o paciente vê a amplitude do seu movimento em tela numa espécie de jogo que estimule o exercício). O equipamento monitora a resistência gerada ao movimento e a amplitude do movimento como variáveis de segurança para evitar dano e como objetivo para a superação. O profissional de saúde determina a frequência, velocidade, amplitude e resistência máxima.

## METODOLOGIA

O objeto de análise é um equipamento vestível, portátil e de baixo custo destinado à reabilitação de dedos, mãos e punhos de pacientes com espasticidade. Para o desenvolvimento da prospecção tomou-se como base os pedidos de patentes depositadas no banco de dados do United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no European Patent Office (EPO ou ESPACENET) utilizando-se do programa PatentInsightPro como software de busca e análise de patentes.

Na pesquisa utilizamos as seguintes palavras-chave em ambos os bancos de dados: (“orthesesor "movementdevice" or "weardevice" or "assistivedevice" or "feedback control" orglove”)and(“strokeorspasticityorhandor "fingermovement" orwristorhypertoniaorstiffening”) nos campos título e abstract. Em seguida foi realizada uma análise de classes de patentes que poderiam ter relação com o objeto de estudo, sendo filtrados os resultados com base nas classificações A61H, A61F5/01, A61F2/70, A61F5/00, A61F2/54, A61F5/10, A61F13/10, A61F4/00, A61B17/22, A61B5/103, B25J13/00, B25J015/12, B25J11/00, B25J13/02, B25J15/12, B25J17/00, B25J9/16, G05B6/02, A63B23/16, A63B23/16, A63B21/00, A63B22/00, A63B23/00, por serem classificações que apresentavam alguma relevância relacionada ao nosso objeto.

Após a utilização de filtros para excluir algumas classes, obteve-se um resultado final de 134 patentes, que depois passaram por uma aplicação no PatentInsightPro que fez a limpeza automática dos dados, normalizando nomes de autores e empresas. Após estas etapas as patentes foram

analisadas por meio de mapas, gráficos, tabelas simples e dinâmicas, geradas sem a necessidade de utilização de planilhas adicionais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

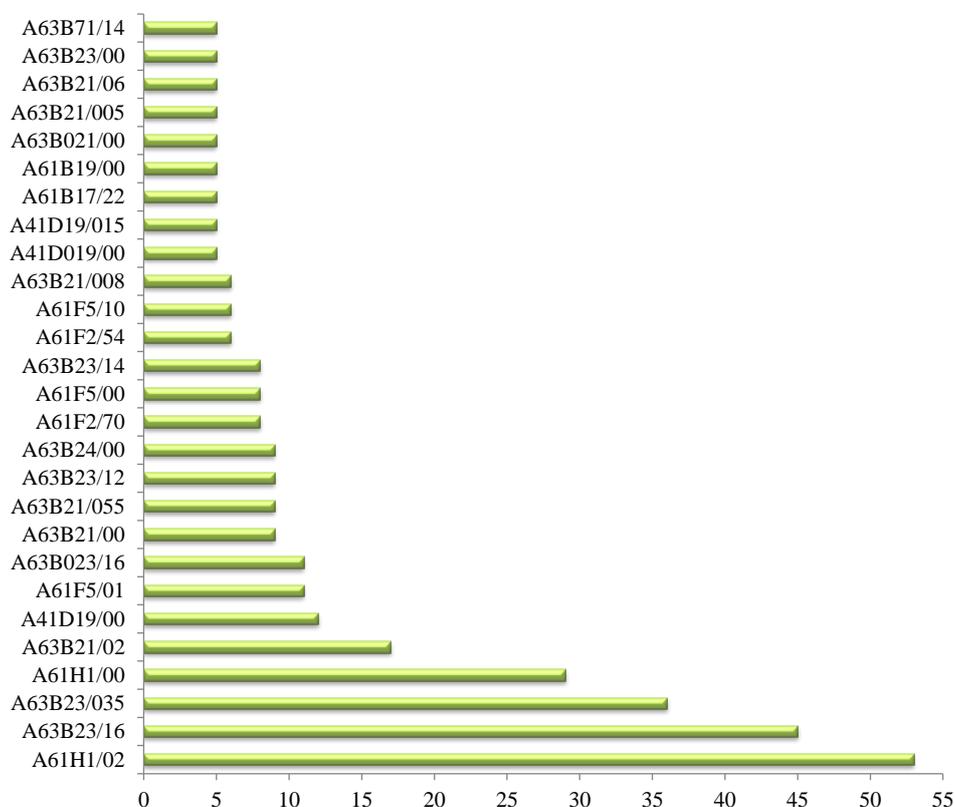
Nesta seção será realizada a análise quantitativa da pesquisa de anterioridade, com números expressos em gráficos referentes à classes de patentes com maior relevância, países que possuem mais registros de patentes, principais empresas e inventores depositantes. Além disso, também será analisado o cruzamento entre alguns destes indicadores, buscando correlacionar os dados.

Em seguida são destacadas patentes selecionadas que apresentam correlação com o desenvolvimento do equipamento para o tratamento de espasticidade que será desenvolvido.

As análises dos dados em relação às classes de patentes permitem identificar como principal classe a A61 - Ciência Médica ou Veterinária, subclassificação H - aparelho fisioterapia. O resultado da busca, por CPI, pode ser visto na Figura 1. O A63 diz respeito a esporte, jogos e diversões. A subclassificação A63B - aparelho para treinamento físico, ginástica, natação, escalada, ou cercas; jogos de bola, material de treinamento. A classe A61F descreve próteses, entre diversos outros e a subclassificação A61F 2/42 diz respeito a punho, dedos, mãos, pés, etc. As demais classificações, que não estão relacionadas ao tema, podem ser verificadas no site da WIPO.

É importante ressaltar que como a pesquisa visa balizar o desenvolvimento de novos equipamentos optou-se por não estabelecer um filtro mais específico, permitindo observar os campos de atuação para um equipamento com tal finalidade.

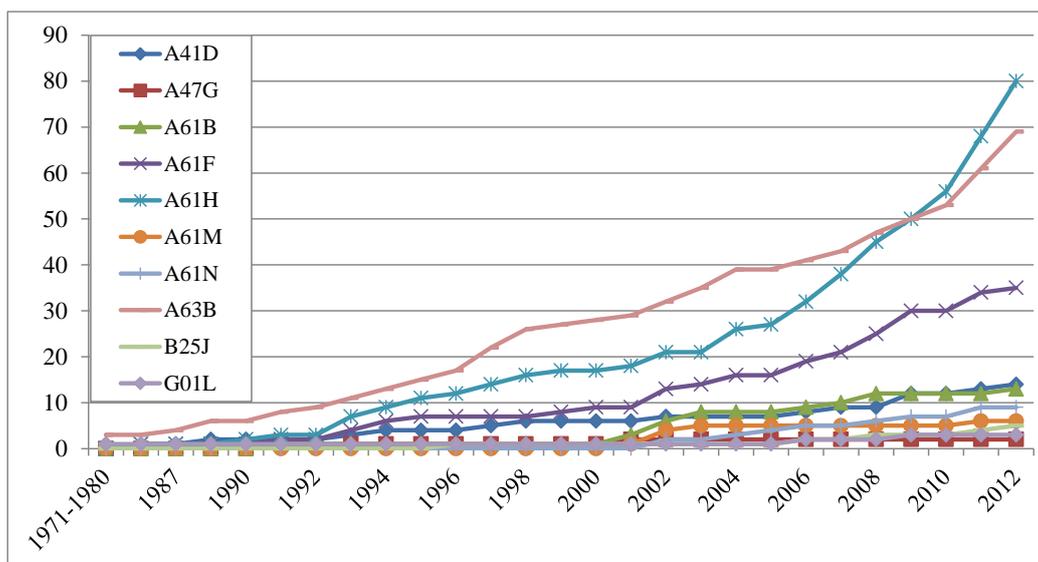
**Figura 1** – Apresentação dos resultados com base na Classificação Internacional de Patentes - CPI



Fonte: Autoria própria, 2014.

Ainda analisando o retorno desta busca, mantendo o agrupamento por CPI, mas agora analisando o ano de publicação das patentes, como pode ser visto na Figura 2, pode-se constatar o aumento do surgimento de patentes nos últimos anos para os grupos A61H e A63B, indicando que são grupos de interesse no que diz respeito à inovação e campos que podem ser explorados para comercialização de produtos voltados para reabilitação, como está sendo estudado.

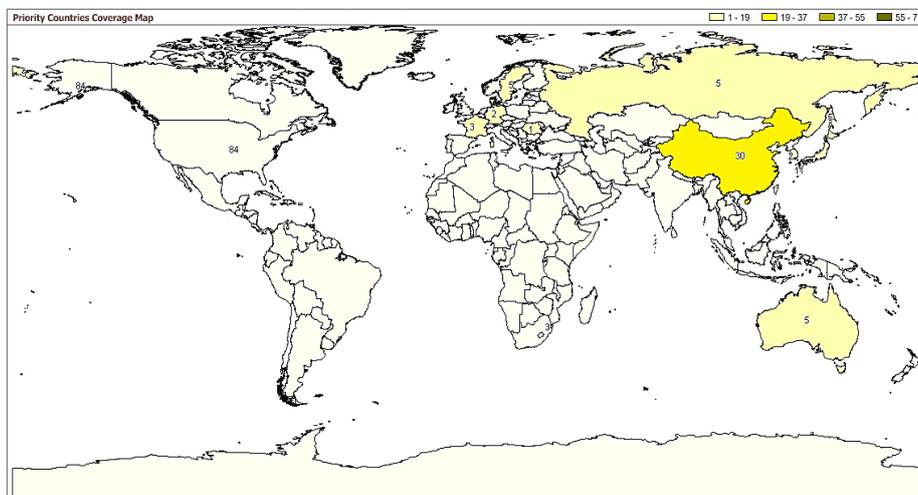
**Figura 2** - Evolução de publicações por ano agrupado por CPI



Fonte: Autoria própria, 2014.

O mapa a seguir (Figura 3) ilustra os países com maior número de registros de patentes. É notória a maior quantidade de patentes nos Estados Unidos, com 84 patentes depositadas, seguida pela China, com 30 patentes. Interessante observar que estes dois países estão bem distantes dos quatro países seguintes Japão (6), Austrália (6), Canadá (6) e Rússia (5). Os demais países não possuem número de patentes relevantes.

**Figura 3** – Mapa de depósito de patentes por países

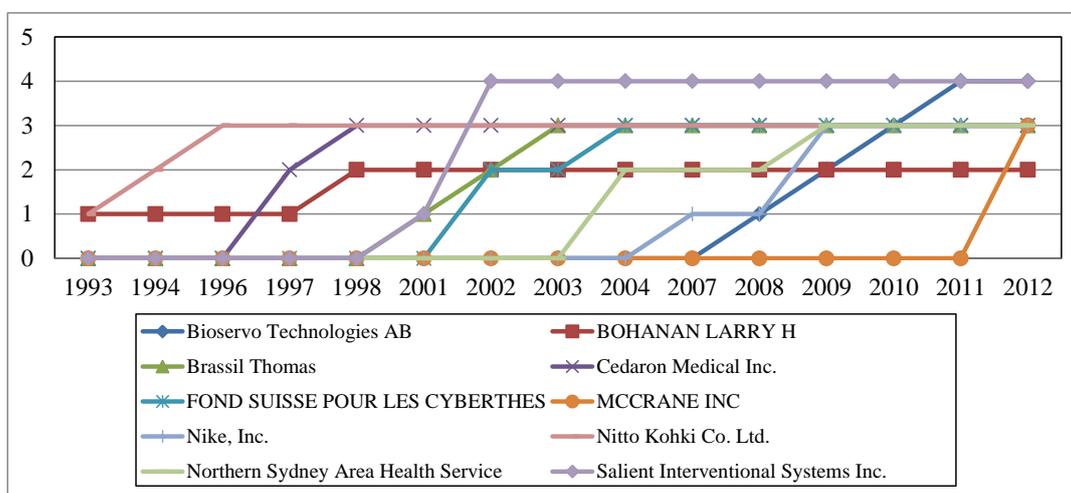


Fonte: Autoria própria, 2014.

Ao se analisar a tendência de publicações por países percebe-se que tem ocorrido um crescimento do número de patentes depositadas, apesar deste crescimento se mostrar instável ao longo dos anos. O crescimento se torna mais expressivo após o ano de 2007, principalmente pelo interesse da China, mas contando também com um maior volume de depósitos dos Estados Unidos e a retomada em outros países, como Japão, Rússia e Suécia.

Foram identificadas também quais as empresas que detém maior portfólio de patentes, como demonstra a Figura 5. As empresas que possuem mais patentes são a Bioservo Technologies Salient e Interventional Systems, com quatro patentes cada, seguidas pelas empresas CEDARON Medical INC. e Mccrane INC, com três patentes cada. É importante destacar que a Bioservo tem suas patentes depositadas apenas entre 2007 e 2012, caso este crescimento se mantenha logo ela terá um importante portfólio na área.

**Figura 4** – Tendência de registro de patentes por empresa



Fonte: Autoria própria, 2014.

Como os dados apontaram para uma pequena concentração no âmbito corporativo foram analisados os dados sobre os principais inventores de 1971 a 2012. Os resultados apontam para uma grande dispersão de artigos por autores, sendo os principais Abolfathi Peter Puya, Bolduc Lee, Ingvast Johan, Lewis Brian Douglas, Wikander Jan, todos com 4 patentes cada, seguidos por mais 12 autores com 3 patentes cada.

Ao realizarmos um cruzamento entre os dados apresentados acima se pode fazer uma análise por país indicando a quantidade de patentes depositadas, período de depósito, principais inventores e quais as classes mais importantes, conforme Quadro 1.

Os Estados Unidos é o principal país representando 54,5% dos registros de patentes, este volume é decorrente de patentes depositadas desde 1975 até 2011, principalmente nas classes de patentes A63B, A61H e A61F, destacando-se como principais inventores Bolduc Lee R. (4); Lewis Brian Douglas (4) com quatro patentes cada. A China é o segundo maior depositante, com 19,5% das patentes focadas nas classes A61H e A63B, é importante observar que a China tem quase o mesmo volume de patentes que os EUA na classe A61H (aparelhos para fisioterapia), isto num curto período de interesse pelo tema de 2006 a 2012.

O Japão, que representa 7,1%, também possui uma concentração de suas patentes na classe A61H, quase que exclusivamente, destacando-se Hashimoto Atsuki como autor de 4 patentes e MatsumuraMitsuma e MizunoKenji com 3 patentes cada. Ao se analisar a Austrália, a Rússia e a

Suécia, ambas com 3,2% dos depósitos, pode-se perceber também uma predominância na classe A61H, mas a Austrália e a Suécia possuem também depósitos relevantes na classe A61F (próteses).

<b>Quadro 1 – Cruzamento entre o país e ano de registro da patente, em relação aos inventores e CPI</b>							
<b>País de depósito/ Total de patentes</b>	<b>Período de depósito</b>	<b>Principais Inventores</b>	<b>Classes de patentes (IPC)</b>				
			<b>A61H</b>	<b>A63B</b>	<b>A61F</b>	<b>A41D</b>	<b>A61B</b>
US 84 (54,5%)	1975-2011	BOLDUC LEE R. (4); LEWIS BRIAN DOUGLAS(4); BOND MALCOLM(3); ENGLE GARY(3); BRASSIL THOMAS (3)	26	47	18	12	10
CN 30 (19,5%)	2006-2012	ZHAOFU CHEN (2); JIANGUO ZHANG(1); HUANTING LIU(1); SHENYI WU(1); QIANG XUE(1)	25	10	4	2	1
JP 11 (7,1%)	1983-2010	HASHIMOTO ATSUKI(4); MATSUMURA MITSUMA(3); MIZUNO KENJI(3); IEDA TAKAKO(1); BABA EIICHI(1)	10	1	1	0	0
AU 5 (3,2%)	1999-2003	ABOLFATHI PETER PUYA(4); SCOTT TIMOTHY RODERICK DALKEITH(4); VARE VERONICA A(4); WALLACE GORDON G.(4); ZHOU DEZHI(4)	4	2	4	0	1
RU 5 (3,2%)	1996-2010	MISHTA P V(2); SOLOMIN M JU(2) KABLOV V F(1); STATUN A N(1); ZJUBINA O V(1)	4	1	0	0	0
SE 5 (3,2%)	2007	INGVAST JOHAN(4); WIKANDER JAN(4); VON HOLST HANS(3); HOLST HANS VON(1) HANS VON HOLST(1)	4	2	4	0	0

Fonte: Autoria própria, 2014.

Um dos objetivos da pesquisa era encontrar patentes semelhantes ao objeto de estudo já mencionado (um equipamento vestível, portátil e de baixo custo destinado à reabilitação de dedos, mãos e punhos de pacientes com espasticidade), visando evitar desenvolvimento de componentes que não pudessem ser protegidos, reduzindo desta forma custos de pesquisa e desenvolvimento. Foram identificadas 9 patentes extremamente relacionadas ao objeto, a mais recente delas em 2008 e quatro delas apenas no ano de 2012. Isto demonstra a relevância desta prospecção e o quanto o campo ainda é carente de inovações. O Quadro abaixo apresenta os inventores os anos de depósito e os títulos das patentes identificadas.

<b>Quadro 2 – Patentes selecionadas por correlação com o objeto de estudo.</b>			
<b>Número da patente</b>	<b>Inventor</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>
CN101940522	CHEN	2011	Microcomputer controlled finger movement device

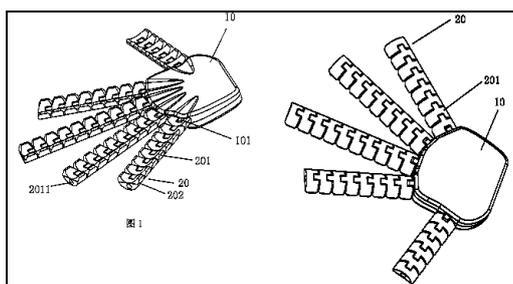
**Quadro 2** – Patentes selecionadas por correlação com o objeto de estudo.

Número da patente	Inventor	Ano	Título
CN201164564	HuiZhou (Cn),Jiping He (Cn),Kexin Xing (Cn),Ligen Wang (Cn),QiXu (Cn),Xiaolin Huang (Cn),Yongji Wang (Cn),Zhongwei Liu (Cn)	2008	wearing type robot for rehabilitation of hand function and control system thereof
CN201668667	YingGuo	2010	finger rehabilitation training instrument for stroke patients
CN201861918	HaixiaZhao	2011	gloves for rehabilitation of staged post-stroke hands
CN202096412	Xiangdong Gao	2012	finger rehabilitation training device for stroke patient
CN202154834	JianfangFu,JufangFu,PeiWei,Yanyang Tu	2012	portable multifunctional upper limb function training device
CN202207277	Huiqin Chen	2012	finger rehabilitation training device for patients
KR20120015704	Chang Pyung Hun (Kr),Koo Dong Han (Kr)	2012	robot shoulder mechanism for stroke patients rehabilitation
RU2432971	Ivanova Galina EvgenEvna (Ru),SkvortsovDmitrijVladimirovich (Ru),SkvortsovaVeronikaIgorovna (Ru)	2011	method of rehabilitating patients in acute stage of stroke with application of biological feedback and virtual reality

Fonte: Autoria própria, 2014.

Destaca-se nesta análise a patente CN101940522 (CHEN, 2011), publicada em janeiro de 2011, descreve um dispositivo controlado por computador capaz de movimentar os cinco dedos das mãos. Como pode ser visto na Figura 5, o dispositivo é caracterizado por um arranjo de blocos de movimento ligados por cabos de aço. Na palma existe um sensor de proximidade que é conectado ao circuito de controle e de alimentação e que aciona os atuadores eletromagnéticos, acionando os cabos de aço e controlando o fechamento ou a abertura dos dedos.

**Figura 5** - Patente CN101940522 - dispositivo controlado por computador capaz de movimentar os cinco dedos das mãos



Fonte: CHEN, 2011.

Outro destaque é a patente CN201164564, publicada em dezembro de 2008, que descreve um robô “vestível” para reabilitação da função e controle da mão. O sistema identifica a intenção de movimento através do monitoramento da miografia de superfície na mão, e aciona seus atuadores pneumático controlando potência e deslocamento angular.

Estas patentes selecionadas apontam para possibilidade de realizar o equipamento em fase de pesquisa, mas indica que serão necessários esforços para não infringir direitos de patentes e propor melhorias significativas ao que já existem no campo de patentes.

## CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitem afirmar que foi atingido o objetivo da pesquisa, tendo sido realizada uma prospecção tecnológica sobre equipamentos para tratamento da espasticidade, identificando equipamentos capazes de realizar movimentos passivos e programáveis. A pesquisa, realizada na base do USPTO e Espacenet, apontou 134 patentes que foram analisadas quanto à classificação das patentes, países que possuem mais registros de patentes, principais empresas e inventores depositantes.

Em síntese, os resultados apontam para um campo no qual é predominantemente o domínio dos Estados Unidos (84), seguido da China que vem demonstrando crescente avanço no período de 2006 a 2012, tendo como principais classificações as A61H e A63B. Não existe uma predominância de empresas ou inventores como depositantes, ao contrário é um campo bastante disperso e que possui o maior volume de patentes depositadas por inventores independentes.

## PERSPECTIVAS

Como perspectivas, os resultados encontrados apoiarão o projeto em desenvolvimento sobre a proposição de um equipamento vestível, portátil e de baixo custo que possa assistir esses pacientes com tratamento fisioterápico contínuo. As pesquisas demonstraram ser completamente possível produzir um equipamento capaz de realizar movimentos passivos e programáveis com o objetivo de evitar o enrijecimento e encurtamento da musculatura, tendo em vista a identificação de patentes que possuem tecnologias similares. Tendo sido identificados 9 pedidos de patentes com grande correlação com o objeto de estudo.

Uma das limitações do estudo foi a grande amplitude adotada para as classes de patentes, o que gera dispersão em dados como inventores e empresas depositantes, mas esta escolha foi tomada visando a possibilidade de estudos futuros, principalmente quanto à equipamentos que tratem de espasticidade e de AVC.

## REFERÊNCIAS

CHEN, Z. (China). **Microcomputer controlled finger movement device**. CN101940522, 28 de setembro de 2011.

JOZEF CZYK, P. B. Approach to the management of focal spasticity. **American Academy of Neurology**, 1997.

BRASIL. Ministério da saúde. Portal da Saúde. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/7904/162/avc:-governo-alerta-para-principal-cao-de-mortes.html>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da saúde. Portaria nº 377, 10 de novembro de 2009. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas - espasticidade, 2009.

SEGURA, D.; Crespão, D.; Darolt, M. Análise do tratamento da espasticidade através da fisioterapia e da farmacologia: Um estudo de caso. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 11, n. 3, p. 217-224, set./dez. 2007.

ZONTA, M.; Kumagai, Y. Tratamento da espasticidade. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 56, n. 4, p. 852-858, São Paulo, dez. 1998.