

Pesquisa e desenvolvimento de Tecnologia Assistiva: uma revisão sistemática sobre andadores

*Research and development of Assistive Technology: a systematic review on
walkers*

SILVA, Júlio C. Augusto da; Instituto Nacional de Tecnologia

julio.silva@int.gov.br

COSTA, Diego dos Santos; Instituto Nacional de Tecnologia

diego.costa@int.gov.br

Andadores são dispositivos auxiliares da marcha, empregados por pessoas com limitações motoras moderadas. São equipamentos prioritários em um mundo de populações cada vez mais longevas, onde aumentam as incidências de deficiências. Entre seus usuários, destaca-se um grupo ainda capaz de realizar a marcha independente com assistência dos dispositivos, mas incapaz de realizar transferências entre as posturas sentada e em pé. Para atender a demandas deste grupo, pesquisas vêm sendo conduzidas para desenvolvimento de andadores que auxiliem também transferência de postura. Este estudo tem como objetivo elaborar um panorama destas pesquisas, para orientar novos desenvolvimentos. Para tanto, foi utilizada revisão sistemática de literatura, que identificou 45 publicações onde foi observado o desenvolvimento de 21 projetos, dos quais 20 são de equipamentos com eletrônica embarcada e motorização, e apenas um de andador convencional, o que sugere uma carência de P&D de dispositivos de custo acessível.

Palavras-chave: Andador; auxílio à Marcha; Auxílio à Transferência Postural.

Walkers are gait aids used by people with moderate motor limitations. They are priority equipment in a world of increasingly long-lived populations, where the incidence of disabilities is increasing. Among its users, there is a group still able to perform the independent gait with the assistance of the devices, but unable to perform transfers between sitting and standing postures. To meet the demands of this group, research has been conducted for the development of walkers that also help to transfer posture. This study aims to provide an overview of these researches to guide further developments. For this purpose, a systematic literature review was used, which identified 45 publications where the development of 21 projects was observed, of which 20 are for equipment with embedded electronics and motorization, and only one for a conventional walker, which suggests a lack of R&D of affordable devices.

Keywords: Walker; Gait Assistance; Postural Transition Assistance.

1 Introdução

Em quase todos os países do mundo, o contingente de pessoas que convivem com limitações e deficiências relacionadas à mobilidade vem aumentando continuamente. Os dados mais atuais referentes a essa população no Brasil, coletados na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2010, mostram que 7% dos brasileiros tinham algum nível de dificuldades motoras (BRASIL, 2012).

O crescimento da população com deficiências e mobilidade reduzida tem relação direta com avanços nas áreas médica e tecnológica. Até a década de 1940, os médicos pouco podiam fazer por vítimas de acidentes com lesões na medula, acidente vascular cerebral ou outro incidente com potencial de gerar consequências neuromotoras. A maioria desses indivíduos morria em consequência de complicações, pouco depois do acidente. Descobertas científicas, somadas à necessidade de acolher milhares de soldados que retornavam da guerra com sequelas, levaram a avanços na medicina e nas técnicas de reabilitação, que aumentaram a sobrevivência desses pacientes, bem como sua autonomia e independência (CARDOSO, 2011; MOREIRA, 1988).

Outro resultado de avanços científicos, tecnológicos e sanitários é o aumento da longevidade populacional, fenômeno que está acontecendo na maioria dos países do mundo e é considerado pela Organização das Nações Unidas uma das transformações sociais mais significativas do século XXI (UNITED NATIONS, 2017).

Em 2017, 13% da população mundial tinha 60 anos ou mais, somando 962 milhões de idosos. Esse número deverá mais do que duplicar até 2050, chegando a 2,1 bilhões. A população com 80 anos ou mais, que em 2017 era de 137 milhões de pessoas, deverá triplicar até 2050, atingindo a marca de 425 milhões de octogenários (UN, 2017).

Durante o processo fisiológico de envelhecimento acontece uma redução geral e natural da capacidade funcional do indivíduo. Quando o passar dos anos ocorre em ambiente favorável, se associa a bons hábitos de vida, como a prática de exercícios físicos e alimentação balanceada, as alterações funcionais do envelhecimento tendem a acontecer de maneira gradual, em um processo que permite a adaptação. Em contrapartida, quando o envelhecimento se dá em ambiente desfavorável e se associa a comportamentos de risco, como abuso de substâncias, maus hábitos alimentares e sedentarismo, as perdas funcionais tendem a se dar de maneira precoce e mais acelerada, levando a doenças crônicas, deficiências, incapacidades e à morte prematura (WHO, 2015).

No Brasil, o envelhecimento populacional está acontecendo de maneira acelerada. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o país está vivenciando, em um período de 20 anos, um processo de aumento do percentual de idosos equivalente ao que aconteceu na França, em um período de 150 anos (WHO, 2015). A maior incidência de deficiências está no grupo dos idosos e a maioria dos brasileiros está envelhecendo de maneira patológica (BRASIL, 2012; ANDRADE & PEREIRA, 2009).

O aumento da expectativa de vida e as possibilidades de reabilitação são grandes conquistas da humanidade. Por outro lado, abrangem os desafios de apoiar um contingente crescente de pessoas com restrições funcionais e deficiências, o que inclui o desenvolvimento de produtos e serviços que atendam suas demandas de independência e autonomia.

O Comitê Ajudas Técnicas (CAT), grupo de especialistas instituído pela Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República e responsável pela sugestão de políticas públicas para pessoas com deficiências, definiu Tecnologia Assistiva (TA) como:

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 (BRASIL, 2009, p.9).

Andadores são dispositivos auxiliares de marcha, que contribuem no equilíbrio e no suporte do peso corporal. Por esses atributos, são equipamentos amplamente utilizados no tratamento de condições de saúde de diferentes origens, como ortopédicas e neurológicas, por exemplo. Diferentemente de uma cadeira de rodas, cuja utilização exige o mínimo de esforço físico possível, os andadores somam à capacidade de marcha remanescente do usuário, colaborando para manutenção da atividade dos diferentes sistemas fisiológicos. Desempenham, portanto, papel importante na reabilitação.

Em pesquisa de campo com profissionais de reabilitação e seus pacientes, foi constatado que alguns indivíduos, que são capazes de realizar marcha de maneira independente e segura com uso de andador, são incapazes de fazer transferências posturais entre as posições sentada e em pé sem ajuda de outras pessoas. Essa transição de postura é uma das manobras que mais exige dos músculos dos membros inferiores e é determinante na avaliação dos níveis de independência de um paciente (BULEA & TRIOLO, 2012). Em casos em que há necessidade, mas não se pode contar com um cuidador para assistir às manobras de transferência, costuma ser prescrito uso de cadeira de rodas. Ainda que esse equipamento possibilite o deslocamento e devolva parte da independência e autonomia ao usuário, o uso prolongado de cadeira de rodas tende a resultar em problemas de saúde, consequências da subatividade dos sistemas fisiológicos, e que poderiam ser evitados com o uso de um produto de TA mais ajustado às necessidades dos indivíduos.

Este trabalho tem como objetivo fazer um panorama da pesquisa e desenvolvimento (P&D) de andadores. Os objetivos específicos são: (1) investigar projetos de andadores com a funcionalidade de auxílio à transferência; (2) pesquisar os recursos tecnológicos utilizados para a execução da manobra de transferência; (3) investigar a existência de lacunas na P&D de andadores que possam ser atendidas em projetos futuros.

2 Andadores

Andadores são produtos de Tecnologia Assistiva, classificados como dispositivos auxiliares de marcha. Caracterizam-se por suas estruturas tubulares, geralmente produzidas em alumínio, que oferecem suporte bilateral ao usuário. A prescrição de uso de andadores costuma ter como objetivos: (1) aumentar a base de apoio do indivíduo; (2) reduzir a carga corporal a ser apoiada nos membros inferiores; (3) fornecer informações sensoriais; (4) ajustar a velocidade de marcha; e/ou (5) diminuir desvios do centro gravitacional do corpo. Os dispositivos contribuem, em suma, na manutenção do equilíbrio e na distribuição do peso corporal.

Na literatura científica podem ser encontradas referências a categorias de andadores que vão além dos modelos convencionais, comumente encontrados no mercado. São exemplos dessas categorias inovadoras os smart walkers (MARTINS et al., 2011) e os lift assist walkers (BULEA & TRIOLO, 2012). A seção que segue apresenta a descrição dos tipos de andadores, com suas especificidades e possibilidades de uso.

2.1 Andadores convencionais

Os modelos convencionais de andadores podem ser encontrados em três padrões, que se diferem pelo tipo de contato que estabelecem com o chão. São indicados conforme o nível de necessidade de descarga de peso e de equilíbrio que os indivíduos necessitam.

2.1.1 Andadores com quatro apoios fixos

Os modelos com todos os apoios fixos (Fig.1), finalizados em ponteiros emborrachados são os mais comumente utilizados. Costumam ser prescritos para indivíduos com desvios importantes de centro de massa corporal, com condições de saúde que afetem o equilíbrio, ou que precisam reduzir significativamente o peso corporal a ser depositado nos membros inferiores, por exemplo. Para realização de marcha com um andador de apoios fixos, o usuário deve elevar o dispositivo, posicionando-o ligeiramente à frente, com todos os pés do andador encostando no chão ao mesmo tempo para, assim, executar o passo, se posicionar novamente no centro do andador e repetir o ciclo, alternando sucessivamente as pernas. As inconveniências do uso desses modelos incluem o comprometimento da postura e dos padrões de marcha, já que a marcha fica descontínua e lenta. Também, é necessário que os indivíduos tenham preservadas as capacidades de controle e força nos membros superiores, e bom nível de cognição (MARTINS et al., 2011; BATENI & MAKI, 2005; VAN HOOK, 2003).

Figura 1 – Andador com quatro apoios fixos.



Fonte: Martins et al. (2011)

2.1.2 Andadores com duas rodas

Os modelos com duas rodas na parte dianteira do andador (Fig.2) costumam ser prescritos para indivíduos que tenham tendência a desequilibrar para trás; a realizar uma marcha mais acelerada; ou que tenham menor força ou controle de membros superiores e, portanto, teriam dificuldades para erguer o andador. Em comparação com os andadores de quatro apoios fixos, esses modelos permitem uma marcha mais natural e contínua. Em contraponto, oferecem menos estabilidade. Em comparação com os andadores com todos os apoios em forma de roda, os modelos de duas rodas anteriores e dois apoios fixos posteriores oferecem maior controle na velocidade da marcha, diminuindo a possibilidade de que o andador avance em momentos em que a carga corporal é depositada sobre o dispositivo (MARTINS et al., 2011; BATENI & MAKI, 2005; VAN HOOK, 2003).

Figura 2: Andador com duas rodas anteriores.



Fonte: Martins et al. (2011)

2.1.3 Andadores de três ou quatro rodas

Também chamados de rollators, esses são os modelos de estruturas mais complexas entre os andadores convencionais (fig.3). Possuem três a quatro apoios em forma de rodas. As dianteiras costumam ser articuladas, podendo girar 360 graus. Costumam possuir sistema de freios nas rodas posteriores e, por vezes, assentos e compartimento para guardar objetos, para que o indivíduo possa manter de maneira mais independente possível a realização de atividades de vida diária. Os rollators são os andadores que requerem menos esforço físico e cognitivo para a utilização, já que não há necessidade de erguer o dispositivo ou de prestar tanta atenção nas tarefas relacionadas ao uso, como acontece com os andadores de apoios fixos. Eles oferecem o padrão de marcha mais natural e contínuo entre as três categorias de andadores convencionais. Por outro lado, provêm menor estabilidade ao usuário e, por isso, são prescritos a pessoas com maior capacidade funcional, que não tenham distúrbios de equilíbrio, e que não dependam de suporte para a carga corporal (MARTINS et al., 2011; BATENI & MAKI, 2005; VAN HOOK, 2003).

Figura 3: Rollators de três e quatro rodas.



Fonte: Martins et al. (2011)

2.2 Smart walkers

Os smart walkers, também referidos como andadores inteligentes ou robóticos, começaram surgir nos principais centros de pesquisa e desenvolvimento do mundo com os propósitos de melhorar a manobrabilidade dos dispositivos, oferecer um ritmo de marcha mais natural e estável e contornar algumas das adversidades relacionadas ao uso de andadores, como aumento do risco de queda (MARTINS et al., 2011).

Os dispositivos têm estruturas semelhantes às dos andadores convencionais, mas se diferem pela incorporação de sensores e atuadores, com propósito de minimizar esforços cognitivos, físicos e metabólicos, de acordo com as necessidades específicas dos grupos a que os projetos visam atender (ALVES et al., 2016; MARTINS et al., 2014).

As principais funcionalidades contempladas nos projetos de smart walkers podem ser agrupadas em cinco categorias, descritas nos subitens a seguir, conforme Martins et al. (2011):

2.2.1 Suporte físico

Smart walkers com a função de suporte físico possuem recursos para proporcionar ainda mais estabilidade ao usuário. Incluem-se nessa categoria aprimoramentos estruturais, mecânicos e eletrônicos, como o uso de elementos pesados na base do andador, de estruturas para maior suporte corporal, ou mesmo sistemas que detectam a inclinação do terreno e controlam a velocidade das rodas, reduzindo-a, em caso de descidas, ou fornecendo força para tração, em caso de subidas.

2.2.2 Assistência sensorial

Smart walkers com a função de assistência sensorial possuem recursos para captação de informações do ambiente e envio de avisos para os usuários. Incluem-se nessa categoria dispositivos com sensores para detecção de obstáculos e sistemas de alerta por meio de estímulos sonoros ou vibratórios. Projetos com essa funcionalidade costumam ter como foco as demandas de pessoas com limitações visuais.

2.2.3 Assistência cognitiva

Smart walkers com a função de assistência cognitiva possuem recursos de navegação e localização em ambientes abertos ou fechados. Incluem-se nessa categoria os equipamentos que podem ser programados para seguir caminhos específicos ou fazer o mapeamento de ambientes desconhecidos e indicar rotas ao usuário. Projetos com essa funcionalidade costumam ter como foco as necessidades de pessoas com limitações cognitivas, como idosos com declínio de memória.

2.2.4 Monitoramento de saúde

Smart walkers com a função de monitoramento de saúde possuem recursos para verificação de parâmetros de saúde do usuário. Incluem-se nessa categoria sensores para aferição de pressão arterial, temperatura, eletrocardiograma, etc.; avisos para lembrar o usuário de tomar medicações; ou de alertas de emergência à rede de apoio ou centros de saúde. Projetos com essa funcionalidade costumam ter como objetivo manter a autonomia e independência de idosos.

2.2.5 Interface homem-máquina

Smart walkers com a função interface homem-máquina possuem recursos que facilitam a interação entre o usuário e o andador. Incluem-se nessa categoria os aprimoramentos que favorecem a transmissão dos comandos do usuário para o equipamento (interface direta), tais como joysticks, comandos de voz, sensores de força ou torque, etc.; e os que permitem que o equipamento receba informações do ambiente, do posicionamento do indivíduo ou seus padrões de marcha sem que o usuário interaja ativamente (interface indireta), tais como sistemas de câmera, sensores ultrassônicos ou infravermelhos.

2.3 Lift assist walkers

Modelos de andadores com a função de auxílio de transferência entre as posturas sentada e em pé vêm sendo projetados, patenteados e comercializados, com o objetivo de fomentar a independência de pessoas que utilizam andadores (BULEA & TRIOLO, 2012).

Os benefícios desses equipamentos incluem: evitar o uso precoce de cadeira de rodas (e as condições de saúde relacionadas ao uso) no caso de pacientes que conseguem fazer a marcha com o andador, mas não conseguem fazer transferências posturais de maneira independente e segura; reduzir despesas com compra de equipamentos específicos para a realização das manobras de transferência; prevenir dores e lesões que os cuidadores tendem a desenvolver ao auxiliar nas manobras; e prevenir acidentes relacionadas à execução inadequada das manobras.

Alguns lift assist walkers utilizam pistões a gás ou atuadores eletrônicos, para fazer elevação de parte da estrutura do andador, na qual o usuário deve segurar ou depositar o peso corporal, como por exemplo os andadores EVA Support (Fig.4) (ALIMED, 2018). Com o uso do equipamento, a carga corporal sobre os membros inferiores é reduzida, facilitando a transferência. Para utilizar esse tipo de equipamento, é necessário que o usuário tenha um bom tônus e controle nos membros superiores.

Figura 4: Modelos pneumático e eletrônico EVA Support



Fonte: Alimed (2018)

Também podem ser encontrados no mercado lift assist walkers com cintas pélvicas, como o Hug'n'Go (Fig.5) (ABLEDATA, 2018). que dão suporte ao peso corporal, reduzindo o esforço aplicado nos membros superiores e inferiores no movimento de elevação do andador e usuário.

Figura 5: Andador Hug'n'Go é pneumático e possui cinta pélvica



Fonte: Abledata (2018)

Outros modelos como os andadores Stand Up Walker (Fig.6) e LiftWalker (Fig.7), ainda, se utilizam das próprias estruturas para fornecer uma base mais estável e ergonômica para que o

usuário consiga fazer as transferências posturais se utilizando da própria força (U RISE PRODUCTS, 2018; MEDICAL GRACE, 2015).

Figura 6: Andador Stand Up Walker tem mecanismo patenteado para facilitar as transferências posturais



Fonte: Medical Grace (2015)

Figura 7: LiftWalker tem barras retráteis para que o usuário faça as transferências posturais



Fonte: Medical Grace (2015)

3 Método

O método para a busca de projetos de pesquisa e desenvolvimento de andadores foi a revisão sistemática de literatura, conforme as cinco etapas sugeridas por Proença Junior & Silva (2016):

- (1) a busca por referências;
- (2) a coleta das referências para um repositório organizador;
- (3) a filtragem das referências;
- (4) o relato dos resultados; e

(5) o controle do processo, que se dá durante o decorrer de todas as etapas da aplicação do método.

O escopo da pesquisa foi definido com o estabelecimento dos seguintes parâmetros para seleção de publicações:

(1) ter sido publicada entre 2007 e 2019 e

(2) abordar:

- (i) projeto de andador;
- (ii) análise do projeto do andador;
- (iii) aspectos da fabricação de andadores;
- (iv) aspectos de uso; ou
- (v) percepção do usuário sobre andadores.

Foi feita uma pesquisa ampla para definição de quais palavras-chave apresentariam resultado satisfatória quanto ao enquadramento no escopo de pesquisa. Foram realizadas buscas por título e resumo, com as seguintes palavras-chave: "walker", "rollator", "robotic walker", "smart mobile design", "walking assisting", "lift", "lifter", e as combinações (design AND Walker), (design AND rollator), (robotic AND rollator), (smart AND rollator), (design AND andador) e (projeto AND andador). Após avaliação, as palavras-chave e combinações definidas para a busca de artigos foram: "walking assisting", "smart mobile design", "robotic walker" e (design AND walker). A busca por referências ocorreu no dia 8 de janeiro de 2018 na base de dados Web of Science (WoS).

4 Resultados e discussão

Na primeira etapa, de busca por referências, foram localizadas 121 publicações. Foi feita coleta dos metadados para o software de gestão de bibliografia Mendeley, para o procedimento de leitura por título e abstract (T&A).

Durante essa fase de filtragem, 62 publicações foram selecionadas para a leitura inspecional, que permite um reconhecimento geral do que trata o trabalho. Subsequentemente, 48 publicações foram aprovadas para leitura completa, e, dessas, 45 foram selecionadas para análise e relato dos resultados. A tabela 1 sintetiza o processo da revisão sistemática de literatura.

Foram identificados 21 projetos de andadores nos artigos analisados. São 20 projetos de smart walkers e um de andador convencional. A tabela 2 mostra a relação de projetos e publicações, organizada pelo número de publicações por projeto.

Tabela 1: Etapas da revisão sistemática

Heurística	Total de publicações localizadas	Aprovadas para leitura inspeccional	Aprovadas para leitura completa
ti: design AND walker (2007-2017)	48	13	8
ts: "robotic walker" (2007-2017)	54	38	31
ti: smart mobile design (2007-2017)	10	8	8
ts: walking assisting (2007-2017)	9	3	1
Total	121	62	48

Tabela 2: Relação de projetos e publicações

1	1	Kawazoe et al., 2017
	2	Chugo et al., 2016a
	3	Chugo et al., 2016b
	4	Yamada et al., 2013
	5	Chugo et al., 2012
	6	Morita et al., 2012
	7	Chugo et al., 2010
	8	Chugo et al., 2009
	9	Chugo et al., 2008a
	10	Chugo et al., 2008b
	11	Chugo et al., 2008c
2	12	Han et al., 2014
	13	Yuk et al., 2013
	14	Yuk et al., 2012
	15	Lee et al., 2012
	16	Kim et al., 2012
3	17	Alves et al., 2017
	18	Alves et al., 2016
	19	Faria et al., 2014
	20	Martins et al., 2014
4	21	Ohnuma et al., 2017
	22	Ohnuma et al., 2014
	23	Lee et al., 2014
	24	Lee et al., 2011
5	25	Paulo et al., 2017a
	26	Paulo et al., 2017b
	27	Paulo et al., 2017c
6	28	Da silva jr.; sup 2016
	29	Da silva jr.; sup 2013
7	30	Chang et al., 2012
	31	Mou et al., 2012
8	32	Cifuentes et al., 2017
9	33	Modise et al., 2016
10	34	Wada et al., 2016
11	35	Jin et al., 2015
12	36	Lu et al., 2015
13	37	Mun et al., 2015

14	38	Shin et al., 2015
15	39	Chalvatzaki et al., 2014
16	40	Cifuentes et al., 2014
17	41	Bulea & triolo, 2012
18	42	Burns et al., 2012
19	43	Frizera neto et al., 2010
20	44	Shi et al., 2010
21	45	Graft & schraft, 2007

Pôde-se observar o desenvolvimento de projetos no decorrer de longos períodos de tempo. Por exemplo, onze dos artigos identificados abordam o processo de concepção de apenas um smart walker. Eles foram publicados a partir de 2008, o mais recente aborda a adaptação do projeto ao “mundo real” (KAWAZOE et al., 2017), com alterações para redução de custos e das dimensões do andador. É possível, ainda, que existam outras publicações sobre o projeto, que foram filtradas pelos parâmetros da presente pesquisa.

Também se pôde perceber o envolvimento de equipes multiprofissionais em diferentes etapas desses projetos que vem sendo desenvolvidos em maiores períodos de tempo. Por exemplo, no projeto de smart walker descrito foi verificada a participação de pesquisadores e desenvolvedores vinculados à multinacional LG Eletronics, do Departamento de Engenharia Mecânica da Younsei University e dos pesquisadores do Instituto Nacional de Reabilitação da Coréia do Sul, na etapa de testes e avaliações junto aos usuários em (HAN et al., 2014; YUK et al., 2013; LEE et al., 2012; YUK et al., 2012; KIM et al., 2012).

Em relação à nacionalidade da P&D de andadores, quatro dos projetos identificados são de instituições dos Estados Unidos; três do Brasil; três da China; três do Japão; dois de Portugal; um da Coréia do Sul; um da Alemanha; um da Espanha; um de Singapura; um da Grécia; um da África do Sul. Dois dos artigos foram escritos em parcerias de instituições de diferentes países: Cifuentes et al. (2017), com pesquisadores da Colômbia, Espanha e Brasil; e Shin et al. (2015), da Suíça e Rússia.

A busca revelou envolvimento de instituições de países que vivem processos significativos de envelhecimento populacional. O Japão, por exemplo, é a nação mais envelhecida do mundo, com mais de 30% da sua população composta por pessoas a partir de 60 anos (WHO, 2015). O país, também, está entre os mais atentos à qualidade de vida oferecida para o envelhecimento, estando em 8ª posição no Global AgeWatch Index, ranking que mede o bem-estar das pessoas idosas ao redor do mundo (HELPAE, 2015).

A China e os países europeus Portugal, Alemanha, Espanha, Suíça e Grécia estão em acelerada transição demográfica. Segundo a OMS pelo menos 30% das populações desses países serão compostas por idosos até 2050 (WHO, 2015). O Brasil está em 56º lugar no Global AgeWatch Index. Recebe a pior das suas notas na categoria que avalia a adequação do ambiente físico e social, posicionando-se em 87º lugar nesse domínio, entre os 96 países avaliados (HELPAE, 2015).

4.1 Classificação por funcionalidade

Em relação às categorias de funcionalidades de smart walkers (MARTINS et al., 2011): (1) todas as publicações descrevem ou mencionam o uso de recursos para aprimorar o suporte físico nos projetos, sejam eles mecânicos ou eletrônicos; (2) dez publicações descrevem ou mencionam o uso de recursos de assistência sensorial, em seis projetos de smart walkers identificados; (3) sete publicações descrevem ou mencionam o uso de recursos de assistência cognitiva, em seis projetos de smart walkers; (4) seis publicações descrevem ou mencionam o

uso de recursos de monitoramento de saúde, em quatro projetos de smart walkers; (5) todas as publicações descrevem recursos de interface homem-máquina, seja direta ou indireta. Duas publicações (ALVES et al., 2017; CHANG et al., 2012) descrevem o projetos de andadores que contemplam todas as categorias de funcionalidade. Os resultados estão sintetizados na tabela 3.

Tabela 3: Resultados por funcionalidades

Projetos de <i>smart walkers</i>	Publicações referentes	funcionalidade contempladas nas publicações				
		1	2	3	4	5
1	Kawazoe et al., 2017	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2016a	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2016b	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Yamada et al., 2013	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Morita et al., 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2010	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2009	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2008a	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2008b	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Chugo et al., 2008c	Sim	Não	Não	Não	Sim
2	Han et al., 2014	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Yuk et al., 2013	Sim	Não	Não	Sim	Sim
	Yuk et al., 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Lee et al., 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Kim et al., 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim
3	Alves et al., 2017	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Alves et al., 2016	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Faria et al., 2014	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Martins et al., 2014	Sim	Sim	Não	Não	Sim
4	Ohnuma et al., 2017	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Ohnuma et al., 2014	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Lee et al., 2014	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Lee et al., 2011	Sim	Não	Sim	Não	Sim
5	Paulo et al., 2017a	Sim	Não	Não	Sim	Sim
	Paulo et al., 2017b	Sim	Não	Não	Sim	Sim
	Paulo et al., 2017c	Sim	Não	Não	Sim	Sim
6	Da silva jr.; sup, 2016	Sim	Não	Não	Não	Sim
	Da silva jr.; sup 2013	Sim	Não	Não	Não	Sim
7	Chang et al, 2012	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Mou et al., 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim
8	Cifuentes et al., 2017	Sim	Não	Não	Não	Sim
9	Modise et al., 2016	Sim	Não	Não	Não	Sim
10	Wada et al., 2016	Sim	Não	Não	Não	Sim
11	Jin et al., 2015	Sim	Não	Não	Não	Sim
12	Lu et al., 2015	Sim	Não	Sim	Não	Sim
13	Mun et al., 2015	Sim	Não	Não	Não	Sim
14	Shin et al., 2015	Sim	Não	Não	Não	Sim
15	Chalvatzaki et al., 2014	Sim	São	Sim	Não	Sim
16	Cifuentes et al., 2014	Sim	Não	Não	Não	Sim
17	Bulea & triolo, 2012	Sim	Não	Não	Não	Sim

18	Frizera neto et al., 2010	Sim	Não	Não	Não	Sim
19	Shi et al., 2010	Sim	Não	Não	Não	Sim
20	Graft & schraft, 2007	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

4.2 P&D de lift assist walkers

Projetos de andadores com a função extra de auxílio à transferência postural foram mencionados ou descritos em 18 das publicações identificadas na revisão de literatura (tabela 4). As publicações descrevem o desenvolvimento de quatro projetos de smart walkers, que são descritos nos subitens que seguem:

Tabela 4: Relação de projetos de lift assist walkers e respectivas publicações

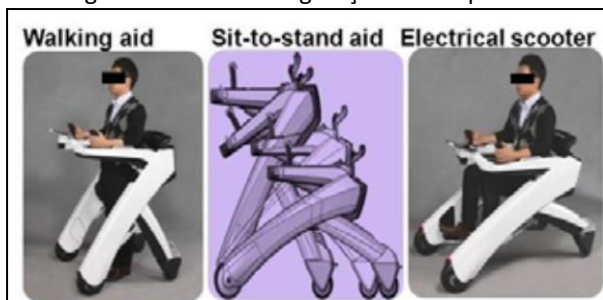
Projetos	Publicações referentes
1	Han et al., 2014 Yuk et al., 2013 Lee et al., 2012 Kim et al., 2012
2	Kawazoe et al., 2017 Chugo et al., 2016a Chugo et al., 2016b Yamada et al., 2013 Chugo et al., 2012 Morita et al., 2012 Chugo et al., 2010 Chugo et al., 2009 Chugo et al., 2008a Chugo et al., 2008b Chugo et al., 2008c
3	Alves et al., 2017 Alves et al., 2016
4	Bulea & triolo, 2012

4.2.1 Dispositivo de auxílio à marcha, auxílio à transferência e scooter elétrica

Foi identificado projeto de sistema de suporte robótico que assume três diferentes configurações: andador, para auxílio à marcha; equipamento de auxílio à transferência; e scooter elétrica (Fig.8). O projeto foi feito para ser utilizado em ambientes internos, como centros de reabilitação, por pessoas com deficiências e/ou idosas.

Diferentes aspectos desse projeto são descritos em quatro publicações identificadas na revisão sistemática (HAN et al., 2014; YUK et al., 2013; LEE et al., 2012; YUK et al., 2012; KIM et al., 2012). Os autores dos artigos são vinculados às seguintes instituições sul coreanas: Department of Mechanical Engineering (Yonsei University); National Rehabilitation Research Institute (National Rehabilitation Center); Mechatronics & Storage Laboratory (LG Electronics, Inc.) e Convergence Laboratory (LG Electronics Inc.).

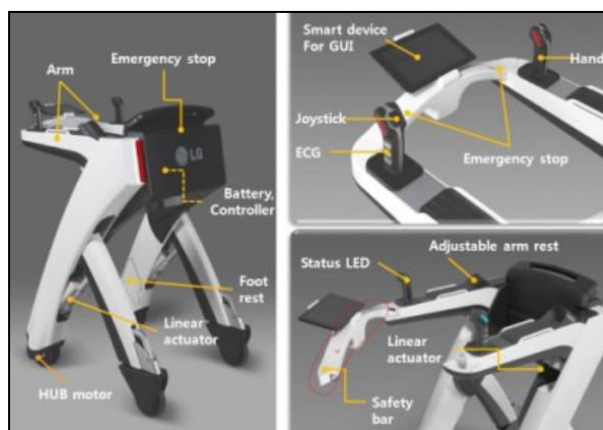
Figura 8: As três configurações do dispositivo



Fonte: Han et al. (2014)

O sistema de suporte robótico possui apoios laterais para os braços, com manoplas sobre as quais são posicionados joysticks. A barra de segurança tem suporte para tablet, onde o usuário pode monitorar dados, como informações relativas a exercícios de reabilitação, funções vitais como eletrocardiograma (ECG), por exemplo, etc. Os sensores que captam informações do ECG estão localizados nas manoplas. Botões de segurança estão localizados na barra dianteira e na parte posterior do andador, em caso de necessidade de acionamento por cuidadores e profissionais de reabilitação (Fig.9).

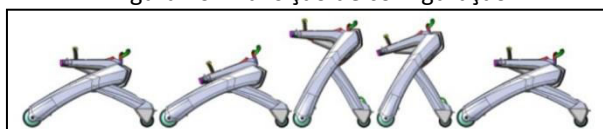
Figura 9: Componentes de interface e de mudança de configuração do dispositivo



Fonte: Han et al. (2014)

A mudança na configuração do equipamento (Fig.10) é realizada com o acionamento simultâneo dos botões nos joysticks. O ângulo de inclinação e o movimento vertical da plataforma de apoio para os braços são dados por atuadores lineares.

Figura 10: Transição de configuração



Fonte: Han et al. (2014)

Na configuração do andador, o controle de velocidade e direção é dado pelos sensores de força localizados nas manoplas. Na configuração de scooter, por sua vez, as manobras são feitas por meio dos joysticks posicionados acima das manoplas. As rodas dianteiras fazem a tração do equipamento.

4.2.2 Robô para assistência à marcha, transferência e ajuste postural

Outro projeto de andador identificado trata-se de um robô para assistência à marcha, à transferência e ajuste postural. A configuração de andador foi definida por ser uma tecnologia assistiva utilizada comumente pelo público-alvo do projeto, os idosos (CHUGO et al., 2016a).

Diferentes aspectos do projeto são descritos em onze publicações identificadas na revisão sistemática (KAWAZOE et al., 2017; CHUGO et al., 2016a; CHUGO et al., 2016b; YAMADA et al., 2013; CHUGO et al., 2012; MORITA et al., 2012; CHUGO et al., 2010; CHUGO et al., 2009; CHUGO et al., 2008a; CHUGO et al., 2008b; CHUGO et al., 2008c). Os autores das publicações são vinculados às instituições japonesas: Advanced Institute of Industrial Technology (Shinagawa Tokyo); Faculty of Science and Engineering (Toyo University); Graduate school of Information Systems (The University of Electro-Communications); Hitachi, Ltd.; Kwansei Gakuin University; Master Program of Innovation for Design and Engineering Advanced Institute of Industrial Technology; RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research); School of Information Science and Technology (Tokai University); School of Science and Technology (Kwansei Gakuin University); Setsunan University; e University of Electro-Communications; Service Robot Division (RT.WORKS CO.LTD).

Os pesquisadores têm a preocupação de que o usuário continue utilizando sua força física remanescente, para que não entre em declínio ainda mais significativo. Por isso, o dispositivo calcula e fornece apenas parte da força necessária para execução dos movimentos de transferência.

O projeto está sendo adaptado para “uso no mundo real” (KAWAZOE et al., 2017), com redução de dimensões e do número de recursos eletrônicos, que encareceriam o equipamento. Seu foco é a segurança do usuário, a praticidade de uso e o custo acessível.

Para executar a manobra de transferência, o usuário deve posicionar os braços nos apoios e segurar as manoplas (Fig.11). Sensores localizados nessas áreas permitem que o equipamento reconheça se o indivíduo está pronto para realização do movimento e, então, uma mensagem de voz solicita que o usuário aperte botões que estão localizados nas manoplas, para elevação ou descida da plataforma (Fig.12).

Figura 11: Manobra de transferência postural com o dispositivo



Fonte: Kawazoe et al. (2017)

Figura 12: Componentes de interface



Fonte: Kawazoe et al. (2017)

4.2.3 ASBGo

Também foi identificado um projeto que recebe o nome de ASBGo (Smart Walker for Mobility Assistance and monitoring System Aid), e é um andador inteligente com quatro rodas, motorizado, pensado para a reabilitação de pessoas com ataxia, condição que afeta a coordenação motora.

Os artigos (ALVES et al., 2017; ALVES et al., 2016) nos quais foi identificado o projeto retratam o desenvolvimento do terceiro e quarto protótipos do andador. Os autores são pesquisadores vinculados a Mechanical Engineering's Department e Industrial Electronic's Department, da Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

O objetivo do projeto é prover segurança, boa manobrabilidade e conforto do usuário. Para tanto, utiliza-se de múltiplos sensores, capazes de identificar padrões de marcha, intenções de movimento e condições de segurança.

A função de auxílio à transferência é pouco descrita nos artigos. Em Alves et al. (2016), é mencionada como função extra do projeto, dada por uma estrutura que inclui dois apoios laterais para os antebraços e dois conjuntos de barras de apoio, localizados em diferentes alturas do andador (Fig.13). Em Alves et al. (2017), há uma apenas uma referência ao sistema elétrico de elevação, indicando a possibilidade de adaptação do andador a usuários de diferentes alturas, mas o auxílio à transferência não é mencionado.

Figura 13: Protótipo do andador ASBGo



Fonte: Alves et al. (2017)

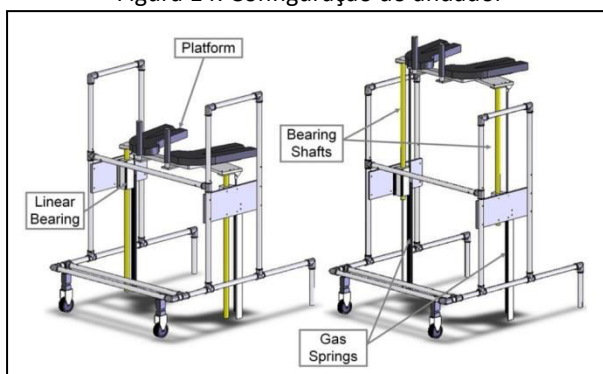
4.2.4 Andador com assistência à transferência para uso em Estimulação Neuromuscular Funcional

Finalmente, o quarto projeto identificado foi um equipamento de auxílio à transferência e à marcha, projetado para ser utilizado durante o tratamento de Estimulação Neuromuscular Funcional (FNS). O projeto foi pensado para parte dos pacientes com lesão na medula espinhal que, além de ter afetados os grupos musculares da parte inferior do corpo, possuem a parte superior paralisada ou com a força reduzida.

O projeto é descrito em um artigo identificado na busca sistemática (BULEA & TRIOLO, 2012). Os autores são acadêmicos dos Department of Biomedical Engineering e Department of Orthopaedics da Case Western Reserve University, Cleveland, Estados Unidos.

A base do andador é composta de duas rodas dianteiras e dois apoios fixos posteriores. O equipamento possui estrutura superior com apoios bilaterais para os braços e manoplas. O auxílio à transferência se dá a partir do movimento vertical da estrutura superior, através de duas guias lineares paralelas. A força para a elevação é provida por pistões a gás, localizados nas laterais do equipamento (Fig.14).

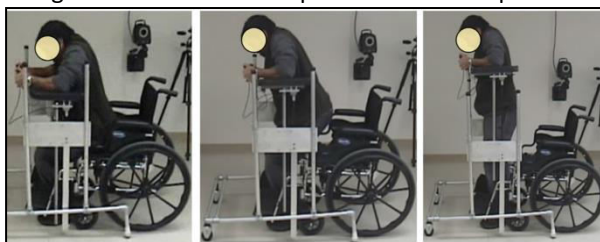
Figura 14: Configuração do andador



Fonte: Bulea & Triolo (2012)

Para realização da transferência entre a postura sentada e em pé, o usuário deve apertar um botão que aciona o sistema pneumático, que vai prover parte da força para assistência à manobra (Fig.15). A outra parcela da força necessária elevação deverá ser feita pelo próprio indivíduo, com a ajuda dos estímulos elétricos da FNS, que tem capacidade para restaurar a função motora de músculos paralisados. Uma vez atingida a posição em pé, o equipamento pode ser utilizado como um andador para proceder a marcha.

Figura 15: Transferência postural com o dispositivo



Fonte: Bulea & Triolo (2012)

5 Considerações Finais

Esse trabalho buscou um panorama da pesquisa e desenvolvimento recentes de andadores. Por meio de revisão sistemática de literatura, realizada na base de dados Web of Science, foi identificado o desenvolvimento de 21 projetos, descritos em 45 publicações.

Apenas um dos projetos identificados é de um dispositivo convencional, o que pode ser interpretado como lacuna na P&D de andadores. Primeiro, porque existe muito a se investigar e melhorar em relação à ergonomia, biomecânica, funcionalidade, usabilidade e alinhamento dos projetos de andadores às necessidades dos seus usuários – isso inclui demandas específicas pouco exploradas e atendidas, que determinados públicos-alvo podem compartilhar, como por exemplo, a dificuldade de execução das transferências posturais.

Outra questão é a complexidade que envolve o uso de dispositivos eletrônicos e robóticos, especialmente se considerarmos que parte significativa do público-alvo de andadores são idosos e/ou pessoas com limitações cognitivas, que tende a ter dificuldades (e mesmo resistência) na incorporação de novas tecnologias nos seus cotidianos.

Finalmente, defende-se a necessidade de pesquisa e desenvolvimento de dispositivos convencionais por causa dos custos de projeto e dos produtos finais, que tendem a ser maiores no desenvolvimento de smart walkers.

Em relação aos smart walkers, 44 publicações foram identificadas e sistematizadas com base em cinco categorias de funcionalidades (MARTINS et al., 2011). Acredita-se que a organização da literatura apresentada nesse trabalho possa servir de base para a P&D de futuros projetos de andadores.

Quatro dos projetos identificados na revisão sistemática apresentam a função de auxílio à transferência entre as posturas sentada e em pé. Todos são smart walkers. As publicações referentes foram analisadas e, os projetos, descritos com destaque aos recursos mecânicos e eletrônicos que favorecem a execução da transferência postural e fazem a interface entre dispositivo e usuário; ao público-alvo e suas especificidades; e à maneira como deve ser realizada a manobra de transferência, como a postura corporal adequada, o posicionamento dos membros superiores etc. Esses dados podem ser desdobrados em novas oportunidades de P&D de andadores.

O envelhecimento populacional brasileiro tende a acontecer associado com o acúmulo de condições crônicas e de reduções de funcionalidade. Diante do expressivo aumento na proporção de idosos que vem se verificando no país e na maior parte do mundo, é imprescindível que os olhares dos diferentes campos de pesquisa e atuação se voltem para as demandas oriundas desse cenário. A pesquisa e o desenvolvimento de andadores mais alinhados a necessidades de uso, além do auxílio à marcha, vêm se revelando entre essas demandas. Indivíduos com capacidade de se locomover e realizar atividades de vida diária com o uso de andador podem não ter controle ou força muscular necessária para fazer manobras de transferência segura de maneira independente. Na falta de um equipamento que ajude na realização do movimento, alguns precisam utilizar cadeiras de rodas. Em consequência, tendem a sofrer reduções de capacidade funcional e a adquirir doenças relacionadas à subutilização dos sistemas fisiológicos gerada pelo sedentarismo.

Acredita-se que o desenvolvimento de andadores com auxílio à transferência postural teria relevância social, econômica e de saúde pública, ao permitir a uma parcela crescente de pessoas a manutenção ou maximização da capacidade funcional, da participação social e do

envolvimento em atividades. Isso poderia levar à redução da incidência de condições crônicas relativas ao uso precoce e evitável de cadeira de rodas e, portanto dos custos de distribuição de medicamentos para controlá-las. Ainda, seria uma Tecnologia Assistiva de custo menor, em comparação com uma cadeira de rodas, e isso também poderia levar a reduções de custos na distribuição de equipamentos por sistemas públicos de saúde.

6 Referências

- ABLEDATA, Hugn-Go. **Models 100, 200 & 350**. Abledata, 2018. disponível em <<https://abledata.acl.gov/product/hugn-go-models-100-200-350>>, acesso em 25 de julho de 2020.
- ALIMED, Eva **Support Walkers**. Alimed, 2018, disponível em <<https://www.alimed.com/eva-support-walkers.html>>, acesso em 25 de julho de 2020.
- ALVES, J; SEABRA, E; CAETANO, I. & SANTOS, C.P. **Overview of the ASBGo++ Smart Walker**. 2017 IEEE 5th Portuguese Meeting on Bioengineering, 2017.
- ALVES, J. et al. **Considerations and mechanical modifications on a Smart Walker**. 2016 International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, pp 247-252, 2016.
- ANDRADE, V.S. & PEREIRA, S.M.P. **Influência da tecnologia assistiva no desempenho funcional e na qualidade de vida de idosos comunitários frágeis: uma revisão bibliográfica**. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, 12:3, pp 113-122, 2009.
- BATENI, H. & MAKI, B.E. **Assistive Devices for Balance and Mobility: Benefits, Demands and Adverse Consequences**. Arch Phys Med Rehabil, 86, pp 134-145, 2005.
- BRASIL, Subsecretaria Nacional De Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê De Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009.
- BRASIL, Secretaria Nacional De Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. **Cartilha do Censo 2010: Pessoas com Deficiência**. Brasília: SDH/SNPD, 2012.
- BULEA, T. & TRILOLO, R. **Design and experimental evaluation of a vertical lift walker for sit-to-stand transition assistance**. Journal of Medical Devices. 6:1, 2012.
- BURNS, T. et al. **Design of a multi-function walker/cane for enhanced assistive function**. ASME 2012 Summer Bioengineering Conference, pp 1321-1322, 2012.
- CARDOSO, V.D. **A Reabilitação de Pessoas com Deficiência através do Desporto Adaptado**. Rev. Bras. Ciênc. Esporte, 33:2, pp 529-539, 2011.
- CHALVATZAKI, G. et al. **Towards an intelligent robotic walker for assisted living using multimodal sensorial data**. 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare - Transforming Healthcare Through Innovations in Mobile and Wireless Technologies (MOBIHEALTH), 2014.

CHANG, M.F.; MOU, W.H.; LIAO, C.K. & FU, L.C. **Design and Implementation of an Active Robotic Walker for Parkinson's Patients**. SICE Annual Conference. pp 2068-2073, 2012.

CHUGO, D.; MURAMATSU, S.; KAWAZOE, S. & HASHIMOTO, H. **A Standing assistance for both voluntary movement and posture adjustment**. Advances in Cooperative Robotics, pp.18-25, 2017.

CHUGO, D.; MURAMATSU, S.; YOKOTA, S. & HASHIMOTO, H. **Standing Assistance considering a Voluntary Movement and a Postural Adjustment**. Advances in Cooperative Robotics, pp 18-25, 2016.

CHUGO, D.; SAKAIDA, Y.; YOKOTA, S. & TAKASE, K. **Sitting Motion Assistance for a Rehabilitation Robotic Walker**. Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, 98:1, pp 1967-1972, 2012.

CHUGO, D. et al. **Seating Motion Analysis and Its Assistance on a Robotic Walker**. IEEE international symposium on robot and human interactive communication (IEEE RO-MAN), pp 494-499, 2010.

CHUGO, D et al. **A moving control of a robotic walker for standing, walking and seating assistance**. IEEE International Conference On Robotics And Biomimetics, pp 692-697, 2009.

CHUGO, D. et al. **A rehabilitation walker with standing and walking assistance**. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System, pp 260-265, 2008a.

CHUGO, D; MASTUOKA, W.; JIA, S. & TAKASE, K. **A robotic walker with standing assistance**. Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Information and Automation, pp 452-457, 2008b.

CHUGO, D.; MASTUOKA, W.; JIA, S. & TAKASE, K. **The Wheel Control of a Robotic Walker for Standing and Walking Assistance with Stability**. Proceedings of the 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, pp 297-302, 2008c.

CIFUENTES, C. et al. **Wearable Robotic Walker for Gait Rehabilitation and Assistance in Patients with Cerebral Palsy**. Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation II. Biosystems & Biorobotics, 15, pp 1451-1455, Springer, 2017.

CIFUENTES, C. et al. **Sensor Fusion to Control a Robotic Walker Based on Upper-Limbs Reaction Forces and Gait Kinematics**. 5th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob), pp 1098-1103, 2014.

DA SILVA JR, A.; SUP, F. **A Robotic Walker Based on a Two-Wheeled Inverted Pendulum**. Journal of intelligent & robotic systems, 86:1, pp 17-34, 2016.

DA SILVA JR, A.; SUP, F. **Design and Control of a Two-Wheeled Robotic Walker for Balance Enhancement**. IEEE 13th international conference on rehabilitation robotics (ICORR), 2013.

FARIA, V.; SILVA, J.; MARTINS, M. & SANTOS, C. **Dynamical System Approach for Obstacle Avoidance in a Smart Walker Device**. IEEE international conference on autonomous robot systems and competitions (ICARSC), pp 261-266, 2014.

FRIZERA NETO, A. et al. **Extraction of user's navigation commands from upper body force interaction in walker assisted gait**. Biomedical Engineering Online, 9:37, 2010.

GRAF, B. & SCHRAFT, R.D. **Behavior-based path modification for shared control of robotic walking aids**. IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics, pp 317-322, 2007.

HAN, K. et al., **Usability testing of smart mobile walker: a pilot study Kiwan**. The 11th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, 112-115, 2014.

HELPAGE INTERNATIONAL. **Global AgeWatch Index 2015**. Disponível em: <<http://www.helpage.org/global-agewatch/population-ageing-data/globalrankings-table/>>, acesso em 29 de julho de 2020.

JIN, N.; KANG, J. & AGRAWAL, S.K. **Design of a novel assist interface where toddlers walk with a mobile robot supported at the waist**. Proceedings of the IEEE/RAS-EMBS international conference on rehabilitation robotics (ICORR), pp 577-582, 2015.

KAWAZOE, S. et al. **Development of Standing Assistive Walker for Domestic Use**. IEEE International Conference on Industrial Technology. Toronto, pp 1455-1460, 2017.

KIM, I. et al. **Kinematic Analysis of Sit-To-Stand Assistive Device for the Elderly and Disabled**. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, 2011.

LEE, G.; OHNUMA, T.; CHONG, N.Y. & LEE, S.G. **Walking Intent-Based Movement Control for JAIST Active Robotic Walker**. IEEE transactions on systems man cybernetics-systems, 44:5, pp 665-672, 2014.

LEE, J.; KIM, K.; KIM, J. & SONG, W.K. **Essential Feedback on First Prototypes of Smart Mobile Walker and Upper Extremity Assistive Robot**. 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), PP 65-66, 2012.

LEE, G. et al. **JAIST Robotic Walker Control Based on a Two-layered Kalman Filter**. IEEE international conference on robotics and automation, pp. 3682-3687, 2011.

LU, C.K. et al. **Adaptive guidance system design for the assistive robotic walker**. Neurocomputing, 170, pp 152-160, 2015.

MARTINS, M. et al. **Design, implementation and testing of a new user interface for a smart walker**. IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC), pp 217-222, 2014.

MARTINS, M.; SANTOS, C.P.; FRIZERA NETO, A. & CERES, R. **Assistive mobility devices focusing on Smart Walkers: Classification and review**. Robotics and Autonomous Systems, 60:4, pp 548-562, 2011.

MEDICAL GRACE, **Lift Walker With Retractable Stand Assist Bars**. 2015, disponível em <<https://www.medicalgrace.com/product/lift-walker-with-retractable-stand-assist-bars/>>, acesso em 25 julho de 2020.

MODISE, T.D.; STEYN, N.; HAMAM, Y. **Linear Progression Measurement and Analysis of Human Gait for the Development of a Multifunctional Robotic Walker**. Pattern Recognition Association Of South Africa And Robotics And Mechatronics International Conference (PRASA-RobMech), 2016.

MOREIRA, P.R. **Paraolimpíada, como tudo começou**, Toque a Toque, 1988.

MORITA, Y. et al. **Standing Motion Assistance on a Robotic Walker based on the Estimated Patient's Load**. 4th IEEE RAS & EMBS International Conference On Biomedical Robotics And Biomechatronics (BIOROB), pp 1721-1726, 2012.

MOU, R. et al. **Context-Aware assisted interactive robotic walker for parkinson's disease patients**. IEEE/RSJ International Conference On Intelligent Robots And Systems (IROS), pp 329-334, 2012.

MUN, K.R.; ZHAO, G. & YU, H. **Development and evaluation of a novel over-ground robotic walker for pelvic motion support**. Proceedings of the IEEE/RAS-EMBS International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR 2015), pp 95-100, 2015.

OHNUMA, T.; LEE, G; & CHONG, N.Y. **Development of JARoW-II active robotic walker reflecting pelvic movements while walking**. Intelligent Service Robotics, 10:2, PP 95-107, 2017.

OHNUMA, T.; LEE, G.; CHONG, N.Y. **Particle Filter Based Lower Limb Prediction and Motion Control for JAIST Active Robotic Walker**. 23rd IEEE international symposium on robot and human interactive communication (IEEE RO-MAN), pp 6-11 2014.

PAULO, J. et al. **An Innovative Robotic Walker For Mobility Assistance and Lower Limbs Rehabilitation**. IEEE 5th portuguese meeting on bioengineering (ENBENG), 2017a.

PAULO, J.; ASVADI, A.; PEIXOTO, P.; AMORIM, P. **Human gait pattern changes detection system: A multimodal vision-based and novelty detection learning approach**. Biocybernetics and Biomedical Engineering, 37, pp 701-717, 2017b.

PAULO, J.; PEIXOTO, P.; NUNES, U.J. **ISR-AIWALKER: Robotic Walker for Intuitive and Safe Mobility Assistance and Gait Analysis**. IEEE Transactions on Human-Machine Systems, 47:6, pp 1110-1122, 2017c.

PROENÇA JÚNIOR, D.; SILVA, D. R. **O caminho das pedras no oceano de bibliografia**. Transinformação, v. 28, n. 2, p. 2-2, 2016.

SHI, F.; CAO, Q.; LENG, C. & TAN, H. **Based On Force Sensing-Controlled Human-Machine Interaction System For Walking Assistant Robot**. 8th World Congress on Intelligent Control and Automation, pp 6528-6533, 2010.

SHIN, J.; ITTEN, D.; RUSAKOV, A.; & MEYER, B. **SmartWalker: Towards an Intelligent Robotic Walker for the Elderly**. International Conference on Intelligent Environments, pp 9-16, 2015.

UNITED NATIONS - DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. **World Population Prospects: The 2017 revision, key findings and advance tables**, 2017.

U RISE PRODUCTS. **Improve your mobility and independence**, 2018, disponível em <<https://www.uriseproducts.com/>>, acesso em 25 jul., 2020.

VAN HOOK, F.W.; DEMOSBREUN, D. & WEISS, B.D. **Ambulatory Devices for Chronic Gait Disorders in the Elderly**. American Family Physician, 67:8, pp 1717-1724, 2003.

WADA, M.; ICHIRYU, K.; IGUCHI, T. & YOSHIDA, R. **Design and Control of an Active-caster Electric Walker with a Walk Sensing System (SMART WALKER)**. IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), pp 256-263, 2016.

WHO WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Report on Ageing and Health**, WHO Print, Geneva, 2015.

YAMADA, T.; CHUGO, D.; YOKOTA, S. & HASHIMOTO, H. **A simple load estimation of a patient during a standing assistance motion**. Nature-Inspired Mobile Robotics, pp 109-116, 2013.

YUK, E. et al. **Smart walker development based on experts' feedback for elderly and disabled**. 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), pp 552-553, 2013.

YUK, E. et al. **Posture balancing control of smart mobile walker for uneven terrain**. 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), pp 63-64, 2012.