

DESENVOLVIMENTO DE UM *STANDING FRAME* PARA REABILITAÇÃO DE CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA MENTAL

Luís Silva

Eurico Seabra

José Machado

Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 4800-058 Guimarães, Portugal

Abstract

A standing frame is a mechanical or mechatronic equipment (recent versions) that aims to correct the inability of individuals to assume the vertical position. The existing standing frames on the market do not allow easy placement of the patient on the device, do not allow full mobility (within and outside of buildings), they are not versatile, they are not modular and they do not allow children to have occupational activities during treatments. This paper presents the project of a Standing frame for use in the treatment of children with mental deficiency. The Standing frame presented in this paper takes into account the limitations mentioned above and is perfectly adapted to this very specific and very special target people. The main features of the equipment whose project is presented in this article are the modularity, easiness of placing the patient and easiness of use, especially when the patient, and family, need to travel and need to carry with them the standing frame.

Keywords: *Machine Design; Rehabilitation; Standing Frame; Biomechanics*

Resumo

Um *standing frame* é um equipamento mecânico ou mecatrónico (versões mais recentes) que tem como finalidade corrigir a incapacidade dos indivíduos assumirem a posição vertical. Os *standing frames* actualmente existentes no mercado não permitem uma fácil colocação do paciente no dispositivo, não permitem uma total mobilidade (dentro e fora de edifícios), não são versáteis, não são modulares e não permitem que as crianças possam ter actividades ocupacionais enquanto que realizam os tratamentos. Neste artigo apresenta-se o projecto de um *standing frame* para utilização no tratamento de crianças com deficiência mental. O *standing frame* aqui apresentado tem em conta as limitações anteriormente referidas e é perfeitamente adaptado a este público-alvo muito específico e muito especial. As principais características do equipamento cujo projecto é apresentado neste artigo são a modularidade, a facilidade de colocação do paciente e a facilidade de utilização, principalmente quando o paciente, e sua família, necessitam de viajar e têm necessidade de transportar o *standing frame* com eles.

Palavras-chave: *Projecto de Equipamentos; Reabilitação; Standing Frame; Biomecânica*

1. Objectivos

Este projecto visa desenvolver *standing frames* existentes no mercado que são utilizados por crianças de idades compreendidas entre os 2 e 12 anos, com deficiência mental, ou

seja, pessoas com pouca mobilidade dos membros inferiores, ou mesmo crianças incapacitadas mentalmente, sem qualquer controlo motor.

Neste sentido pretende-se projectar e conceber um *standing frame* mais completo e funcional, que melhor satisfaça as necessidades do utilizador.

Para tal, vamo-nos centrar no projecto para o desenvolvimento dos vários módulos do *standing frame* que se apresentam com maiores debilidades de funcionamento e de satisfação do paciente.

2. Introdução

O apoio ao próximo, a ajuda ao mais carenciado, a possibilidade de com simples gestos fazer a diferença, são razões que movem todos os dias milhares de pessoas. O nosso caso não é diferente. Com este projecto para o desenvolvimento do *standing frame*, pretendemos apoiar desde pessoas com mobilidade reduzida ao nível dos membros inferiores, até pessoas incapacitadas mentalmente, sem qualquer controlo motor.

Tal como tantos outros, este projecto apresenta um alvo prioritário, crianças com idades compreendidas entre os 2 e os 12 anos de idade. É por elas que tentaremos criar um dispositivo dinâmico, interactivo, com fins terapêuticos e que torne o seu dia-a-dia o mais semelhante possível ao de uma criança normal.

Para pessoas com dificuldades motoras, os *standing frames* representam um modo natural de estar de pé, isto é, graças à sua capacidade estes dispositivos permitem que os seus utilizadores se adaptem a qualquer área, por exemplo, em casa ou no local de trabalho, e a qualquer tarefa que pretendam executar.

No mercado actual, existe, já uma grande variedade de *standing frames*, passíveis de se adaptarem ao tipo de anomalia motora apresentada por um possível utilizador. Todavia, a grande maioria é ajustável às mudanças físicas, como o crescimento, desenvolvimento muscular e aumento de peso, pelo que um mesmo equipamento pode servir as mais diversas necessidades da população alvo.

De um modo geral, um *standing frame* consiste numa tecnologia de assistência frequentemente utilizada por crianças e adultos com deficiências motoras. Normalmente são caracterizados como dispositivos capazes de aumentar a autonomia/independência, mobilidade e auto-estima de quem deles usufrui.

No caso das crianças, devem ser consideradas todas as hipóteses, isto é, se será para brincar, para utilizar em casa ou na escola, se necessita ser transportado, entre outros, tendo sempre em atenção que nestas situações o *standing frame* deverá ser o mais apelativo possível.

Deste modo as principais etapas a efectuar neste projecto são as seguintes:

- Pesquisa de modelos de *standing frames* bastante desenvolvidos, ou seja, com o maior número de funcionalidades;
- Melhoramento desse *standing frame* a vários níveis, tornando-o mais capaz de satisfazer necessidades dos utilizadores, tendo sempre em conta o parecer e aprovação pelas comissões de ética.
- Efectuar melhoramentos a vários níveis tais como:
 - Colocação do paciente no dispositivo;
 - Elevação assistida do paciente;

- Terapia ocupacional do paciente
- Autonomia do paciente (criança);
- Total mobilidade dentro e fora de edifícios;
- Versatilidade, para as várias utilizações;
- Terapia ocupacional das crianças, enquanto realizam os tratamentos.
- Desmontagem do *standing frame* para viagem ou arrumo;
- Simplificação na utilização do equipamento;
- Redução de custos.

3. Tipos de *Standing Frames*

Os *standing frames* podem ser classificados em três tipos distintos: *prone*, *supine*, e *vertical* (Figura 1). Cada categoria apresenta as suas vantagens e desvantagens e pode verificar-se que mais de um tipo se adequa a uma mesma pessoa, de acordo com as suas patologias.

Prone Stander: Apoia a frente do corpo e é usado para pessoas com um bom controlo da cabeça, permitindo a sustentação do peso através dos braços. Este tipo promove a utilização de músculos extensores para permanecer na posição vertical, e assim, promover a elevação da cabeça. Permite a inclinação do utilizador para a frente por meio da variação do ângulo que assegura a sua posição em pé. Os suportes podem ser ajustados de acordo com o crescimento ou com a alteração da condição física do utilizador. Normalmente, estes apresentam uma base mais estável que permite o deslocamento do dispositivo para qualquer lugar podendo mesmo apresentar pequenas estruturas que agilizam o movimento em espaços interiores. Este género de *standing frames* permite, tanto a adultos como a crianças, desenvolver as suas capacidades mantendo-se em pé e aguentando a mesma posição por um maior período de tempo. (Rifton, 2010; Abledata, 1999).

Supine Stander: Suporta a pessoa ao longo da região posterior possuindo várias adaptações que facilitam a melhoria das suas funções, e contém, ainda, apoios laterais, que mantêm a simetria do corpo, assim como cintos e almofadas para posicionar os pés, joelhos e tronco. A grande maioria dos dispositivos deste tipo tem bandejas ou mesas, fornecendo um espaço de trabalho ou de brincar, no caso de crianças. É, ainda, importante para indivíduos que não possuam a capacidade de se manter totalmente em pé. Existem três tipos de *supine standers* representativos (Rifton, 2010; Abledata, 1999):

- *Large Supine Board;*
- *Mini-Supine Stander;*
- *Upright Standing Frame.*

Vertical Stander: Usado para ganhar a sustentação de peso máximo através do corpo, sendo recomendado para pessoas que possuam um bom equilíbrio e controlo sobre o tronco, na medida em que, proporcionam um menor apoio que um *prone* ou *supine stander*. De um modo geral, estes *standing frames* asseguram uma estabilização de três pontos quando o utilizador está na posição vertical, possuindo apoios para joelhos, anca e tronco e, sendo recomendados para crianças com insegurança postural (Rifton, 2010; Abledata, 1999).

Figura 1: Tipos de *standing frames*: a) *Prone Stander*; b) *Supine Stander* e c) *Vertical Stander*



a)



b)



c)

3.1 Patologias Empregues

A escolha do *standing frame* depende do tipo de patologia do paciente, assim como os acessórios opcionais e auxiliares, dado que um *standing frame* poderá ser indicado para várias patologias, de acordo com as suas funcionalidades, ou apenas para uma patologia.

Os *standing frames* são utilizados por pessoas com incapacidades de vários graus, que incluem uma série de patologias, nomeadamente:

- Paralisia cerebral;
- Paraparésia;
- Paraplegia;
- Tetraplegia;
- Tetraparésia;
- Degeneração do sistema nervoso central;
- Politraumatizados;
- Parésia dos membros inferiores;
- Esclerose múltipla;
- Doenças da desmielinização avançada;
- Lesões vertebro-medulares (Boavista, n.d.; Lifestand, 2010).

A paralisia cerebral, patologia mais grave tomada como objecto de estudo, é uma perturbação do controlo da postura e movimento que resulta de uma anomalia ou lesão não progressiva que atinge o cérebro em desenvolvimento. Existe um enorme espectro de gravidade nesta patologia verificando-se que em alguns casos se caracterizará apenas por perturbações ligeiras quase imperceptíveis, enquanto noutros, por graves incapacidades sendo os indivíduos totalmente dependentes nas suas actividades diárias (APC-Coimbra, 2010).

3.2 Vantagens e Desvantagens

A posição vertical conseguida com um *standing frame* é recomendada pelas vantagens que traz para os indivíduos em causa. Os *standing frames* são, de um modo geral, caros e e

utilizados por pessoas que têm um melhor equilíbrio e controlo do tronco. Podem ser fabricados por qualquer pessoa podendo o cliente participar na escolha de alguns parâmetros.

Os *standing frames* como todos dispositivos apresentam características menos positivas, como por exemplo, não são recomendados para qualquer indivíduo sujeito a situações em que a sustentação do peso ou de se manter em pé não é indicado ou, que não seja fisicamente, mentalmente e emocionalmente capaz de lidar com o equipamento. Surgem ainda algumas limitações, nomeadamente:

- A criança necessitará sempre de assistência auxiliar para conseguir o seu posicionamento no dispositivo;
- A variação entre a posição sentada e em pé e vice-versa requer auxílio de outra pessoa;
- O equipamento possui normalmente grandes dimensões, logo o seu peso é também bastante elevado;
- Sendo um equipamento grande será de difícil transporte em espaços interiores;
- Limitação ao nível das actividades de terapia ocupacional que poderiam ser desenvolvidas.

4. Selecção do Modelo

Para a realização deste projecto foi necessário ter como base um *standing frame* já existente no mercado, pois só deste modo seria possível realizar uma avaliação ponderada deste equipamento, identificar as partes com défice de funcionamento e assim realizar o projecto de melhoramento funcional deste dispositivo médico.

Para esta pesquisa foram analisados vários modelos, entre os quais modelos bastante actuais e com o maior número de funcionalidades, pois desta forma não se correria o risco de desenvolver algo que já foi anteriormente desenvolvido. Para tal, foram seleccionados os 5 modelos mais representativos encontrados para a realização de uma análise mais detalhada e ponderada às suas características.

4.1 Apresentação dos Modelos

Os cinco modelos existentes no mercado (Figura 2) e escolhidos para análise são os que apresentamos de seguida. De salientar que são modelos distintos entre si, ou seja, contemplam os três principais tipos de *standing frames* existentes no mercado, podendo ser aplicados a diferentes patologias.

- Modelo 1: *Activall standing frame*;
- Modelo 2: *Horizon stander- LeckeY*;
- Modelo 3: *Nexu*;
- Modelo 4: *Tristander*;
- Modelo 5: *Primary School Prone Standing frame*.

Figura 2: Modelos utilizados para comparação e selecção



4.2 Características Ideais

A classificação de cada uma das características tomadas como ideais é baseada na seguinte escala: A – Indispensável; B – Necessário; e C – Opcional.

Cada uma destas designações A, B e C, com a correspondência anteriormente indicada, classifica cada uma das características tidas em conta na selecção do *standing frame* de acordo com a sua relevância no bom funcionamento do equipamento. As características consideradas foram:

- Alteração de tamanho da estrutura (A): desenvolvimento/crescimento ósseo rápido. O conforto deve ser uma prioridade e garantido que o equipamento acompanhe as dimensões do corpo.
- Alteração do ângulo de inclinação (A): inclinado para a frente, inclinado para trás e deitado – pode ser alterada mesmo com a criança no dispositivo. Uma vez que a criança está na posição vertical é uma mais valia a capacidade do dispositivo tomar novas inclinações.
- Fácil transferência de uma cadeira de rodas para o standing frame (A): geralmente todas as crianças que utilizem o standing frame sejam também utilizadores de cadeiras rodas, portanto é essencial promover a passagem de um equipamento para o outro com o mínimo de esforço possível;
- Fácil de usar e movimentar (B): além de proporcionar fácil manuseamento, deverá possibilitar o transporte para outros locais.
- Desmontável para arrumação/ viagem (B): o mecanismo deverá ocupar o mínimo de espaço possível, daí a capacidade de desmontar e remover alguns componentes tornando-o mais compacto.
- Conforto e segurança (B): além de reduzir rotações internas e externas que possam conduzir a desequilíbrios, deverá garantir o máximo de conforto e estabilidade possíveis;
- Leve (B): o mecanismo deverá ser o mais leve possível facilitando deste modo o seu transporte.
- Fins terapêuticos (A): é ideal que a promoção e desenvolvimento do controlo muscular, postura e balanço e fortalecimento dos músculos;
- Aplicado a uma grande variedade de crianças com limitações motoras (B): o dispositivo deverá adaptar-se às condições impostas pelo utilizador, isto é desde patologias mais simples até às mais complexas;

- Ajuste individual de todos os componentes do sistema (A): para garantir a estabilidade da criança no equipamento e uma fixação eficiente.
- Lavável (B): surge da necessidade de eliminação de todo o tipo de sujidades que se possam acumular nos componentes do sistema durante a sua utilização;
- Opera com auxílio de um actuador/motor recarregável ou com sistema eléctrico com controlo remoto (C): característica dependente do tipo de utilizador, ou seja, só é necessária quando se tratam pessoas com elevadas restrições de movimentos;
- Base mais larga (A): é obrigatória para manter a estabilidade do sistema para qualquer inclinação;
- Cores atractivas e design animado (B): uma vez que o dispositivo é destinado a crianças é essencial que este possua cores e um design apelativo, promovendo a sua utilização.
- Multifuncionalidades (A): quanto maior o número de funcionalidades mais didáctico será o equipamento e assim melhor será o desenvolvimento da criança tanto a nível intelectual como social.

4.3 Modelo Escolhido

Depois de uma análise ponderada de todas as características apresentadas na Tabela 1 podemos comparar e constatar que o modelo que contemplava um maior número de características é o *Horizon Stander-Leckey* (modelo 2 da Figura 2). Este modelo seleccionado possui todas as características classificadas com a letra A, ou seja, características indispensáveis para um bom funcionamento do equipamento.

Tabela 1: Comparação de características dos 5 modelos seleccionados

		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Tamanho da estrutura variável	A	S	S	S	S	S
Ângulo de inclinação variável	A	N	S	S	S	
Fácil colocação do doente	A	S	S	S		S
Fácil movimentação	B	S	S	S	S	S
Desmontagem para arrumação	B	S	S			
Conforto e segurança	B	S	S	S	S	S
Leve	B	S	N	S	S	N
Fins terapêuticos	A	N	S	S	S	S
Autonomia do paciente	B	S	S	N		
Aplicação a várias patologias	B	N	S	S	S	N
Componentes ajustáveis	A	S	S	S	S	S
Lavável	B	S	S	S	S	S
Actuador com controlo remoto	C	N	S	N	N	N
Base mais larga	A	S	S	S	S	S
Cores/design atractivo	B	N	N	S	N	S
Versátil – Prone/Supine	B	N	S	N	S	N
Multifuncional	A	N	S	S	S	N

A designação S/N atribuída a cada característica representa se essa característica contempla ou não contempla a descrição efectuada.

As principais características do modelo seleccionado *Horizon Stander-Leckey* são:

- Facilmente convertido nas várias posições *supine* ou *stander*;
- Tamanho 1 (idade até aprox.2- 10 anos);
- Utilizado para doenças com ou sem controlo;
- Capaz de ser orientado em diversas posições (angulares);
- Ajustável às diferentes dimensões do corpo;
- Equipamento permite acompanhar o crescimento;
- Com suportes laterais para a cabeça e peito;
- Rodas para movimentação;
- Com fins ocupacionais e terapêuticos;
- Funcionamento com um actuador/motor recarregável até 90° de inclinação;
- Controlo por parte do utilizador;
- Confortável;
- Permite a posição horizontal (Medicalplus, n.d.).

O passo seguinte deste projecto foi a análise exaustiva do modelo seleccionado. Para tal foram recolhidos informações em fontes bibliográficas e de campo.

Seguidamente, para se iniciar o projecto proposto de optimização do equipamento, torna-se determinante identificar as fragilidades de funcionamento deste tipo de equipamento. Esta tarefa foi efectuada com a ajuda de pessoas que utilizam diariamente este tipo de equipamentos como médicos e fisioterapeutas, que relataram os problemas com que se deparam na utilização de *standing frames*. Foi uma ajuda extremamente importante pois estes possuem uma sensibilidade diferente. Deste modo, depois de efectuada uma análise critica das funcionalidades deste equipamento, listam-se de seguida todas as características passíveis de serem melhoradas:

- Fiabilidade e ângulos de inclinação: projectar um actuador capaz de efectuar um mais número de inclinações possível, sendo ao mesmo tempo bastante fiável;
- Equipamento dobrável no joelho: permitir a utilização do equipamento por pacientes com diversas patologias;
- Autonomia: o actuador deste *standing frame* é eléctrico, o que é necessário o carregamento constante de baterias que se torna pouco cómodo;
- Articulação e compactação: projecto para o melhoramento de todo o sistema de desdobramento do *standing frame*, tornando-o mais compacto para o caso de ser necessário o seu transporte em caso de viagem;
- Colocação do paciente: módulo auxiliar (desmontável) para colocação do paciente no *standing frame*: essencial pois grande parte das crianças que utilizam *standing frames* utilizam também cadeira de rodas, onde a sua transferência de um equipamento para outro se revela por vezes complexa e morosa.
- Mobilidade dentro e fora de edifícios: redução de peso para tornar a sua movimentação mais fácil;
- Sistema modular: montagem/ desmontagem fácil de módulos auxiliares tornando o *standing frame* o mais versátil possível e à medida do paciente;

- Materiais facilmente laváveis: a utilização deste equipamento normalmente está associada a crianças com alguns problemas, o que a utilização de materiais que facilmente sejam laváveis facilita a sua utilização;
- Jogos didácticos no tabuleiro: um dos aspectos essenciais deste tipo de equipamentos é a realização de terapia ocupacional durante o tempo que permanece no equipamento;
- Cores e desenhos apelativos: utilização de padrões com desenhos e cores atractivos para as crianças, de forma a serem cativadas a permanecerem no equipamento.

5. Novo Sistema de Actuação

O sistema de actuação do *standing frame* seleccionado baseia a sua movimentação num actuador eléctrico, com baterias auxiliares e controlado remotamente. Um aspecto positivo é sua comodidade, visto que possui um controlador remoto, o que torna o paciente bastante autónomo. Por outro lado apresenta a desvantagem de ter baterias, que necessitam de ser recarregadas com regularidade.

De forma a colmatar os aspectos menos positivos decidiu-se substituir este actuador eléctrico, que tem como função regular a inclinação do *standing frame*, por um actuador hidráulico com comando manual. A Figura 3 apresenta um desenho 3D com o sistema de movimentação hidráulico da plataforma do *standing frame* concebido.

Figure 3: Desenho 3D dos apoios e suporte do cilindro hidráulico



Para um funcionamento do sistema de elevação do *standing frame* são necessários vários componentes e acessórios hidráulicos, desde o actuador hidráulico, o controlador, válvulas, ligações flexíveis, entre outros acessórios. A Figura 4 apresenta os principais componentes.

Figure 4: a) Cilindro hidráulico de simples efeito e b) Bomba hidráulica de pedal



a)



b)

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Relativamente ao dimensionamento do novo equipamento, com a compilação das melhores características dos já existentes no mercado, foi possível criar um dispositivo cuja principal vantagem é permitir a verticalização do paciente a partir da posição sentada e em adição também ser possível a regulação do dispositivo para outras inclinações, nomeadamente a posição *Supine* (apoio do corpo pela sua parte posterior). Este aspecto adquire grande relevância na medida em que no mercado os *standing frames* que iniciam a elevação a partir da posição “sentada” não permitem outras inclinações além da completa verticalidade.

Como trabalhos futuros pretende-se em primeiro lugar efectuar o projecto de detalhe da solução encontrada, nomeadamente, a selecção apropriada e criteriosa de componentes *off-the-shelf*, a elaboração dos desenhos técnicos dos componentes a produzir e a selecção de materiais a utilizar. Após esta etapa estar concluída passar-se-á à fase da construção física do primeiro protótipo para depois ser validado e aferido o seu desempenho, em condições reais de utilização com crianças deficientes motoras, segundo um bateria de testes sistemáticos que serão estabelecidos com o apoio técnico especializado de médicos, fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais.

Referências

Abledata, (1999). *Fact Sheet on Standing Aids*. Consultado em 16 de Outubro de 2009 de http://www.abledata.com/abledata_docs/standaid.htm

APC-Coimbra, (2010). *Paralisia Cerebral*. Consultado em 10 de Fevereiro de http://www.apc-coimbra.org.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=194

Boavista, (n.d.). *Catálogo do modelo Camel*. Retirado em 10 de Fevereiro de 2010 de http://www.boavistasolutions.eu/PDF%20PARA%20SITE/PDF%20Site/camel_print.pdf

Lifestand, (2010). *Standing Wheelchair*. Consultado em 10 de Fevereiro de 2010 de <http://www.lifestand-usa.com/interest/medical-point-of-view.asp>

Medicalplus, (n.d.). *Catálogo do modelo Charly*. Retirado em 18 de Outubro de 2009 de <http://www.medicalplus-pt.com/conteudo/uploaded/videos/pdfs/Charly.pdf>

Rifton, (2010). *Standing Aids*. Consultado em 16 de Outubro de 2009 de <http://www.rifton.com/resources/articles/fieldissues/standingaids.html>

Correspondence (Para informação adicional contacte com):

Prof. Eurico Augusto R. Seabra
Mechanical Engineering Department
Engineering School
University of Minho
Campus de Azurém
4800-058 GUIMARÃES (Portugal)
Telefone:+351 253 51 02 20
FAX +351 253 51 60 07
E-mail: eseabra@dem.uminho.pt
URL: <http://www.dem.uminho.pt>