

MODELO GEOMÉTRICO DE UMA TÁBUA DE TRANSFERÊNCIA PARA CADEIRANTES

Carlos Alberto Costa, Área Ciências Exatas e Engenharia, UCS, cacosta@ucs.br
Marcos Alexandre Luciano, Área Ciências Exatas e Engenharia, UCS, malucian@ucs.br
Thiago Carrer, Área Ciências Exatas e Engenharia, UCS, thiagocarrer@hotmail.com
Suzete Grandi, Clínica de Fisioterapia, UCS, sgrandi@ucs.br

Resumo. Esse trabalho apresenta um levantamento dos parâmetros chave considerados importantes no desenvolvimento de uma tábua de transferência para pessoas com deficiência física. Com base na bibliografia coletada destacaram-se três principais especificações: tamanho, acabamento e peso que foram utilizados como parâmetros referenciais para o desenvolvimento de uma geometria de transferência. Com base na pesquisa foi efetuado o modelamento de uma proposta de tábua de transferência, que foi detalha geometricamente, simulada quanto à resistência de flexão. Um protótipo foi produzido e ensaiado quanto a forças de flexão e deslocamento por meio de um ensaio de flexão. O protótipo criado foi testado por dois usuários com deficiência física que deram um retorno positivo do projeto proposto.

Palavras chave: Tecnologia Assistiva, Tábua de transferência; Projetos de produto; Cadeiras de Rodas

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a tecnologia e o desenvolvimento de equipamentos focados na área da reabilitação ainda são incipientes, embora o número de pessoas com deficiência seja significativo. Os dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último censo realizado no ano de 2010 aponta que 23,9 % da população brasileira possui algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). Desse percentual aproximadamente 7% são portadores de deficiência motora.

A Tecnologia Assistiva (TA) pode ser entendida como produtos, sistemas e/ou serviços que auxiliam pessoas na execução de habilidades funcionais que se encontram impedidas (BERSCH, 2013). Segundo Verza et al (2006), a tecnologia assistiva engloba qualquer dispositivo que seja modificado, criado ou de alguma forma personalizado e que seja usado para aumentar, melhorar ou manter as capacidades funcionais de pessoas com deficiência. Um exemplo de dispositivo utilizado nessa área são as tábuas/pranchas de transferências que permitem o deslocamento de pacientes da cadeira de rodas para outros locais, como por exemplo, cama, sofá, outras cadeiras, vaso sanitário, veículos e destes locais para a cadeira de rodas.

Segundo Relatório nº 84 da Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (CONITEC, 2014) do Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos – DGITS/SCTIE do Ministério da Saúde, a tábua de transferência é indicada para usuários de cadeira de rodas que tiveram perda parcial ou total de sustentação dos membros inferiores.

Aaron (1983) alerta sobre alguns cuidados no processo de transferência de pacientes com auxílio de tábuas, a citar: a tábua precisa estar bem fixa, deve conter uma superfície altamente lisa, as superfícies devem ser chanfradas e a tábua deve estar bem apoiada no assento de saída e no assento objetivo.

Considerando esse cenário, o presente trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de tábuas de transferência sobre a ótica da engenharia mecânica, analisando aspectos como função, forma e material. O que se pretende é oferecer um olhar mais técnico para o tema, considerando as experiências de usuários desse tipo de recurso e, principalmente, evidenciando os requisitos considerados mais impactantes para o desenvolvimento de tais dispositivos.

O trabalho foi desenvolvido na área de engenharia mecânica da Universidade de Caxias do Sul (UCS) em parceria com a Clínica de Fisioterapia da Universidade de Caxias do Sul (CLIFI). A CLIFI é especializada no tratamento e reabilitação de pessoas com deficiência física e atua como um Centro de Reabilitação de Média Complexidade de Nível Intermediário.

2. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

2.1. Processo utilizado para o estudo

O processo de desenvolvimento da tábua de transferência, proposto nesse trabalho e representado na Figura 1, iniciou com um levantamento sobre modelos atualmente comercializadas no mercado. Os modelos identificados foram analisados em termos de suas principais especificações. Essa etapa foi realizada também considerando a percepção de usuários desse tipo de dispositivo. Para as especificações identificadas foram mensurados e definidos os limites inferior e superior de dimensões, peso, resistência à flexão e capacidade. Com as especificações relevantes definidas, foram

desenvolvidas opções de geometrias de tábua de transferência, considerando inicialmente as dimensões e o peso, com base em opções de materiais, processos de fabricação e custos.

Os resultados dessa fase foram apresentados aos usuários e potenciais usuários, além de profissionais da área da reabilitação, como fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, que tiveram contato com o produto final. Esta apresentação teve por objetivo a participação do cliente final no desenvolvimento do projeto visando captar sugestões de melhorias e críticas que podem estar relacionadas ao produto modelado. Esta apresentação foi um momento de decisão do projeto, pois a partir disso o desenvolvimento seguiu para as etapas de prototipagem e validação.

Uma vez aprovadas as ideias sugeridas pelo cliente final, foi produzido um protótipo do equipamento com o objetivo de testá-lo quanto as especificações inicialmente definidas.

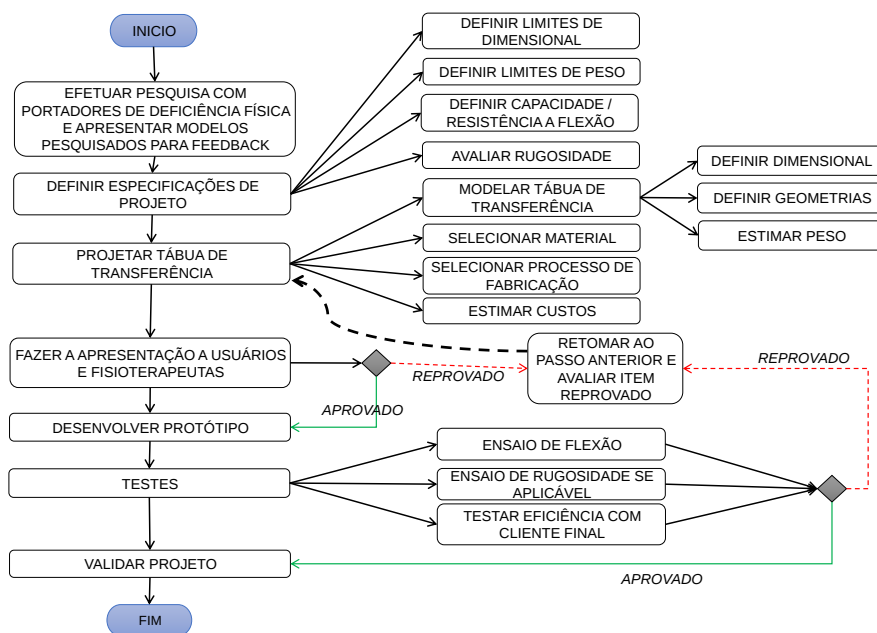


Figura 1. Método proposto para o processo de desenvolvimento da tábua de transferência, Autor.

2.2. Levantamento de informações

Os modelos das tábuas pesquisados são apresentados na Figura 2, onde se podem observar alguns tópicos importantes:

- Todas as tábuas têm geometrias favoráveis para encaixes ou posicionamentos em diversos assentos;
- Devem ter superfícies lisas ou partes móveis, em alguns casos, para facilitar o deslizamento do paciente;
- Devem ter partes inferiores que garantam a aderência da tábua nas superfícies a serem assentadas;
- Devem ter bordas abauladas;
- Devem dar condições para que o paciente consiga posicionar sua mão de modo que consiga se impulsionar para realizar o deslizamento, seja com aberturas em sua geometria ou nas extremidades;

Algumas tábuas têm como característica extremidades afuniladas, como por exemplo, a tábua H. Outras têm um peso relativamente baixo, o que pode ser um atrativo do produto. As tábuas que não tem partes móveis apresentam uma proposta na qual o usuário consiga com sua mão impulsionar o corpo para o deslizamento sob a mesma. Esta característica é apresentada em alguns modelos na sua própria borda ou em rasgos específicos para esta aplicação (Modelos A, B, C, D, F, H) e outras por sua vez, tem partes móveis as quais tem como objetivo fazer com que a transferência exija menos força do usuário (Modelo E e G). Brantman et al (1994) e Becker (1992) possuem patentes registradas de alguns modelos de tábuas de transferência móveis, diversificando-se dos produtos comuns do mercado. Estas tábuas tem como características básicas de ser uma prancha retangular, com bordas abauladas, extremidades afuniladas, sistemas antiderrapante na parte inferior delas e com aberturas para o paciente colocar a mão e conseguir se impulsionar de uma extremidade a outra.

Sob a ótica dos parâmetros-chave como peso, material, custo e capacidade de carga, foi realizado um estudo comparativo entre os 8 tipos de tábuas pesquisadas e que são apresentadas na Tabela 1. Isso permitiu um primeiro entendimento das especificações e limites desses parâmetros estudados:

- Peso: o equipamento deve ter um peso relativamente baixo estimando-se como ideal entre 1 kg e 2 kg conforme encontrado em modelos comercializados. Assim, pode ser utilizado e manuseado com facilidade, sendo um objeto de auxílio prático e eficaz;

- b) Material: basicamente existem três matérias primas nas tábuas de transferência pesquisadas: madeira, polímeros e compósitos (fibra de vidro), cada uma com as suas peculiaridades e características.
- c) Custo: foi desenvolvido um comparativo de custos de tábuas, com valores que variam entre R\$ 89,99 a R\$ 877,00 reais.
- d) Capacidade de carga : foi relacionada a capacidade de carga de cada tábua de transferência também como meio de referência para o desenvolvimento de um projeto adequado às necessidades da população e sem excessos. Sabe-se que a capacidade de carga é relativa à aplicação e ao peso do usuário de desta forma tal dado foi tratado de forma genérica.

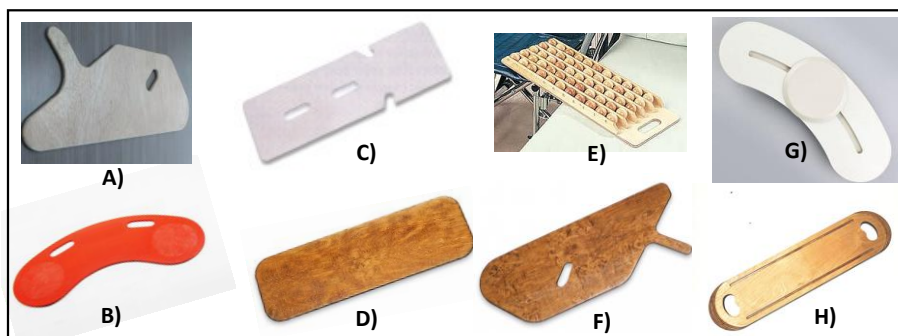


Figura 2. Geometrias de tábuas de transferência comercialmente utilizadas, Autor.

Tabela 1. Comparação dos parâmetros-chave entre diferentes tipos de tábuas de transferência, Autor.

Item	Material	Peso (kg)	Custo (R\$)	Capacidade de Carga (kg)	Origem
A	Compensado naval do tipo cedrinho	1,30	89,99	120	Nacional
B	Fibra de Vidro	2,10	189,90	150	Nacional
C	Plástico	1,85	244,20	180	Importado
D	Madeira Bétula	1,25	326,70	205	Importado
E	Madeira	2,10	877,31	112	Importado
F	Madeira	1,15	326,70	160	Importado
G	Plástico	2,04	778,80	180	Importado
H	Madeira	1,00	201,30	180	Importado

2.3. Entrevistas com potenciais usuários

Com base nas características identificadas nos modelos de tábuas de transferência pesquisadas e objetivando aferir as mesmas, foram selecionados alguns parâmetros para a realização de uma pesquisa com usuários desse tipo de dispositivo. Entre esses parâmetros estão: peso, apoios, capacidade, forma, geometria e características específicas de geometria (entalhes, rasgos), rugosidade (deslizamento), encaixes e fixação, método de uso abrangendo diversos assentos do dia a dia (vaso sanitário, veículos, cama), aderência da tábua aos assentos usuais e características específicas de funcionamento.

O objetivo dessa pesquisa com os usuários foi o de enriquecer as etapas de definição das especificações sob a ótica de quem realmente utiliza o produto. De forma resumida, o questionário apresentou aos usuários e potenciais usuários questões que abrangem os seguintes itens:

- a) Quanto ao peso, apresentação de exemplos de pesos. 1,0 kg / 1,5 kg / 2,0 kg
- b) Quanto ao tamanho, apresentação de modelos de madeira. Comprimentos: 0,5 m / 0,7 m / 0,9 m. Largura: 0,15 m / 0,25 m / 0,35 m.
- c) Quanto ao deslizamento, deve ter uma superfície mais lisa ou mais rugosa;
- d) Quanto à aderência em assentos, deve aderir bem ou não é preciso, deverá ter travas ou apenas apoios que não deslizem sobre as superfícies apoiadas;
- e) Quanto à geometria, deve ter bordas arredondas ou quadradas, estas devem ser afuniladas ou não; deve ter encaixes nas pernas; deve ter encaixe na cadeira; Atende a todos os assentos;
- f) Deve ter rasgos para colocar as mãos para favorecer a impulsão ou não é necessário;
- g) No caso de ter encaixes, a posição ideal dele é a quantos metros da borda. 0,10 m / 0,15 m / 0,20 m.

Para itens quantitativos como peso, tamanho e forma, foi levado aos usuários exemplos de materiais para que estes pudessem ter real noção do que está sendo tratado. Para demais itens foram relacionadas escalas relativas com as

seguintes opções: 0 – Muito Ruim / 1 – Ruim / 2 – Regular / 3 – Bom / 4 – Muito Bom. Quando não for aplicável o paciente deverá relatar.

Foram efetuadas 8 entrevistas, com usuários de cadeiras de rodas, entre os dias 10/07/17 e 20/07/17, sendo que destas, 3 de pacientes da CLIFI e 5 que fazem parte do time de basquete da Universidade de Caxias do Sul. Destes pacientes entrevistados nenhum faz uso de tábua de transferência. Os entrevistados da CLIFI em virtude de serem pacientes recentes e ainda não treinados para transferências e os do time de basquete por não se adaptarem ao produto. O modelo que os pacientes têm acesso é o Sarah (modelo F da Figura 2).

As entrevistas permitiram elaborar as seguintes especificações para o projeto. A tábua de transferência ideal deve ser arredondada e com cantos arredondados, pois trazem mais segurança ao usuário, uma vez que os mesmos não possuem sensibilidade nas pernas e membros inferiores e cantos vivos podem machucá-los. Além disso, auxilia na prevenção de acidentes, evitando que roupas e vestimentas fiquem presas aos cantos vivos da tábua. Também, é interessante que o produto tenha as áreas de entrada e saída com extremidades chanfradas, com objetivo de se tornar mais fácil o encaixe da tábua entre as pernas e a cadeira de rodas ou o assento relacionado à transferência. Para uma melhor mobilidade do produto e para auxiliar o paciente a deslizar sob a tábua, sugere-se que a mesma possua rasgos para as mãos, localizados estrategicamente em uma posição que atenda as duas possíveis aplicações. Além das características até então citadas, outra especificação importante é que o produto tenha boa aderência nos assentos e não escorregue com facilidade, visando maior segurança no ato da transferência. O peso foi estipulado pelos cadeirantes como ideal entre 1,0 kg e 1,5 kg, visando à praticidade do produto. As dimensões ideais ficaram definidas com comprimentos entre 0,50 m e 0,70 m e largura próxima a 0,25 m. É importante que tenha superfície lisa, facilitando a transferência e exigindo menos força do usuário no momento de deslizar sob o produto. Outro aspecto importante é o custo, que deve ser de aproximadamente R\$100,00.

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

3.1. Modelagem geométrica do dispositivo

Com base nas informações obtidas anteriormente, foram definidas geometrias de tábuas de transferência que contemplavam as especificações obtidas. Tais geometrias foram analisadas sob o aspecto de resistência mecânica (flexão), sendo selecionada uma geometria para prototipação e testes. Não será explicitada, nesse artigo, a evolução das formas desenvolvidas, sendo enfocada uma breve discussão sobre a geometria selecionada. A modelagem geométrica foi realizada com o software Solidworks® e a análise de resistência mecânica foi utilizado o Solidworks Simulation®.

O modelo desenvolvido possui dimensões de 700 mm x 200 mm, com as extremidades chanfradas. Apresenta rasgos distanciados de 100 mm das extremidades da tábua, com as funções de auxiliar o usuário a fazer a transferência e servir de apoio para que o mesmo possa tracionar o seu corpo no momento da transferência. Além disso, o modelo possui estrias em sua face inferior a fim de conseguir maior aderência nos assentos que o paciente irá utilizá-la. Na simulação inicial com força de 1100 N distribuída centro da tábua, considerando a matéria prima como polipropileno com carga de 40% de fibras longas de vidro, o ponto crítico de deslocamento foi de 2,39 mm. Com base nesses resultados, um protótipo usinado em MDF foi apresentado e validado por parte dos profissionais da CLIFI, quanto aos critérios de tamanho e forma.

A geometria base do modelo validado foi aperfeiçoada com a inserção de raios e ajustes dos aspectos ergonômicos quanto aos encaixes das mãos. Adicionalmente o modelo foi transformado em uma casca com a criação de uma estrutura nervurada visando aspectos estruturais e alívio de peso. Foram testadas diferentes geometrias de nervuras, analisando o seu resultado na resistência a flexão do produto, sendo aquelas que apresentaram melhor resultado as do tipo sextavadas.

Visando boa aderência nos assentos, desenvolveram-se estrias na face inferior da tábua, que foram posicionadas nas faces onde haverá contato com os assentos. São 15 estrias com medidas de 2 mm de profundidade e 4 mm de largura, com uma distância de 6 mm entre centros de uma e outra, todas em formato triangular (Figura 3).

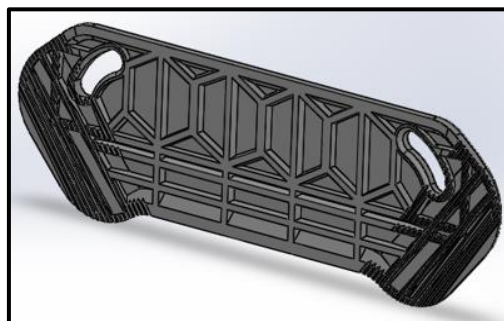


Figura 3. Projeto final da tábua de transferência – modelo virtual, Autor.

3.2. Prototipação e teste da tábua de transferência

Para validação dos resultados, ensaios mecânicos foram realizados num protótipo usinado com a geometria proposta. Esse protótipo foi usinado em Poliamida (PA), no Laboratório de Novas Tecnologias de Produção da UCS em uma máquina CNC (Figura 4a).

O protótipo criado foi submetido a um ensaio de flexão e verificação de deslocamento do material em uma máquina Emic DL2000, com um modelo do tipo bi-apoio e um tubo retangular de dimensões de 70 mm x 330 mm para simular um corpo humano de uma pessoa mediana em contato com a tábua (Figura 4b). O ensaio foi efetuado em partes, aplicando cargas gradativas. Os resultados força (kg)/deslocamento(mm) foram 15 (0,7), 31 (1,4), 44 (2,0), 59 (2,7), 75 (3,4), 91 (4,0), 107 (4,7) e 122 (5,3). Os resultados validaram a proposta quanto à capacidade de peso.

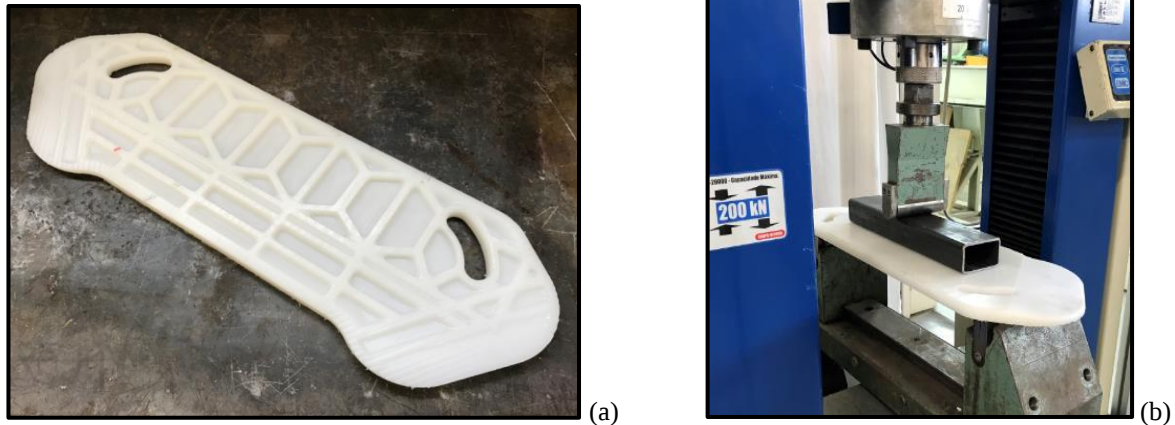


Figura 4. Protótipo usinado em PA e ensaio de flexão para validação, Autor.

Após os ensaios finais, o produto foi encaminhado à CLIFI, onde passou por nova análise da equipe de reabilitação. Uma limitação desse protótipo foi o peso do produto que ficou totalizando em 1,56 kg. Isso foi resultado do processo de usinagem das nervuras que foi realizado com ferramenta esférica, impossibilitando a retirada de material nos cantos das nervuras e não atingindo o valor estipulado de projeto que foi de 1,46 kg.

No dia 30/10/2017 a tábua foi apresentada aos pacientes da CLIFI, onde alguns destes efetuaram transferências das cadeiras de rodas para veículos com utilização do produto. Notou-se que, para pacientes com maior força nos membros superiores, o uso da tábua de transferência torna-se incômodo, pois não utilizá-la torna o processo de transferência mais rápido. Para pacientes com lesões recentes, foi possível verificar que a tábua é eficaz e importante, pois auxilia numa transferência mais segura e com menor desgaste físico, como mostrado na Figura 5.



Figura 5. Projeto final da tábua de transferência testada por uma paciente, Autor.

4. DISCUSSÃO

Esse trabalho apresentou uma abordagem para o desenvolvimento de uma tábua de transferência para usuários de cadeiras de rodas. Inicialmente foram efetuadas pesquisas sobre tábuas vendidas comercialmente para avaliação de

parâmetros chave, que foram definidos para o estudo. Após, foi desenvolvido uma pesquisa com portadores de lesões que fazem uso de cadeira de rodas, a fim de verificar as especificações do produto a ser projetado. As principais especificações foram com relação à geometria e forma da tábua que deve ter entre 0,5 m a 0,7 m de comprimento e largura máxima de 0,25 m. Critérios de segurança para o paciente como cantos vivos foi outro aspecto importante avaliado.

Com base nas especificações, uma tábua foi modelada e simulada quanto a sua resistência mecânica, com a inclusão de nervuras e reforços que propiciaram resistência para o produto em aplicação real. Com todos os critérios estabelecidos, foi desenvolvido um protótipo de tamanho real em uma chapa de poliamida, que foi submetida a um ensaio de flexão, validando os valores limite (carga de 122 kg com deslocamento de 5,3 mm).

O produto final foi submetido à validação por pacientes da CLIFI, que aprovaram o projeto realizado. Sugerem-se, para trabalhos futuros, ensaios do protótipo desenvolvido, aumentando a amostra de colaboradores para filtrar as especificações de projeto e conseguir assim aprofundar e melhorar o produto, ampliando desta forma o nicho de mercado podendo atender uma maior diversificação de pacientes. Sugere-se também, que outros materiais sejam testados, talvez materiais mais resistentes, com o objetivo de reduzir o peso do projeto em questão, a fim de deixá-lo mais leve e com características mecânicas similares ao protótipo desenvolvido, ao qual atende a aplicação.

5. REFERÊNCIAS

AARON, A.E. Wheelchair Transfer Board: An Aid for Patients without the Use of the Lower Limbs. **British Journal of Occupational Therapy**, v.46, Issue 3, p. 82-82, 1983.

BERSCH, R. Introdução a Tecnologia Assistiva. 2013. Disponível em:

<http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>, Acesso em: 23 Mar. 2017.

BRANTMAN, R.F.; BRANTMAN, F.L. Sliding Transfer Device. US005282284A, Fev.1994-.

CONITEC, 2014. Relatório nº 84 da Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (CONITEC) do Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos – DGITS/SCTIE do Ministério da Saúde. 2014. Disponível em:

<<http://conitec.gov.br/images/Incorporados/MateriaisEspeciais-FINAL.pdf>>, Acesso em: 15 Mar. 2017.

IBGE. 2010. Cartilha do censo 2010 – Pessoas com Deficiência. Disponível em:

<<http://www.portalinclusivo.ce.gov.br/index.php/bibliotecavirtual/cartilhas/44275-cartilha-do-censo-2010-pessoas-com-deficiencia>>, Acesso em: 10 Mai. 2017.

VERZA, R; LOPES CARVALHO, M.L.; BATTAGLIA, M.A.; MESSMER UCCELLI, M. An interdisciplinary approach to evaluating the need for assistive technology reduces equipment abandonment. **Multiple Sclerosis Journal**, v. 12, p. 88–93. 2006

4. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq (Processo Número: 442138/2016-4 TA) e a UCS pelo apoio financeiro concedido e pelo uso dos Laboratórios de Novas Tecnologias de Produção (LNTP) e Laboratório de Ensaio Mecânicos. Também o agradecimento a Clínica de Fisioterapia pelo acesso aos casos estudados.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

Parecer consubstanciado do CEP Universidade de Caxias do Sul Número 2.461.220.