



PROJETO DE UM DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NA COLOCAÇÃO E RETIRADA DE PESSOAS COM DIFICULDADES MOTORAS EM PISCINAS PARA A REALIZAÇÃO DE FISIOTERAPIA

Leonardo do Carmo Lelis Dias, leonardolelisdias@gmail.com
Erivaldo Pereira Nunes, erivaldo_pn@yahoo.com.br
Lucimar Venâncio Amaral, lucimarvenancioamaral@gmail.com
Arthur Delfim, delfim.arthur@gmail.com
Thiago Teixeira Nardy Barrioni, thiagobarrioni92@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901

Resumo. A fisioterapia tem um papel muito importante na recuperação pessoas com dificuldades motoras, entretanto um dos grandes problemas enfrentadas pelos profissionais da área é a colocação e retiradas dos seus pacientes nas piscinas para realização de sessões de hidroterapias. Esse problema se dá muitas das vezes pela falta de equipamentos adequados para a atividade, uma vez que os equipamentos disponíveis no mercado apresentam um grande valor. Pensando nisso o trabalho a seguir apresenta um projeto de um dispositivo manual e de baixo custo para auxiliar esses profissionais na colocação e retirada de pessoas em piscinas. Para isso foram feitos os dimensionamentos dos componentes mecânicos e uma avaliação em elementos finitos na estrutura. Além disso, foi levantado o custo de execução do projeto, mostrando que ele apresenta um custo atrativo. Ainda, o seguinte projeto apresenta como vantagem de ser completamente desmontável sendo separado em 3 grandes partes e é acionado manualmente, o que o deixa independente de fontes de externas de energia.

Palavras chave: Fisioterapia. Piscina. Projeto. Hidroterapia. Tecnologia assistiva.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Portal Nacional da Tecnologia Assistiva (2010), a Tecnologia Assistiva pode ser entendida como uma área do conhecimento interdisciplinar que abrange estratégias, metodologias, práticas, produtos, recursos e serviços que possibilitam maior autonomia, independência e qualidade de vida a pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida.

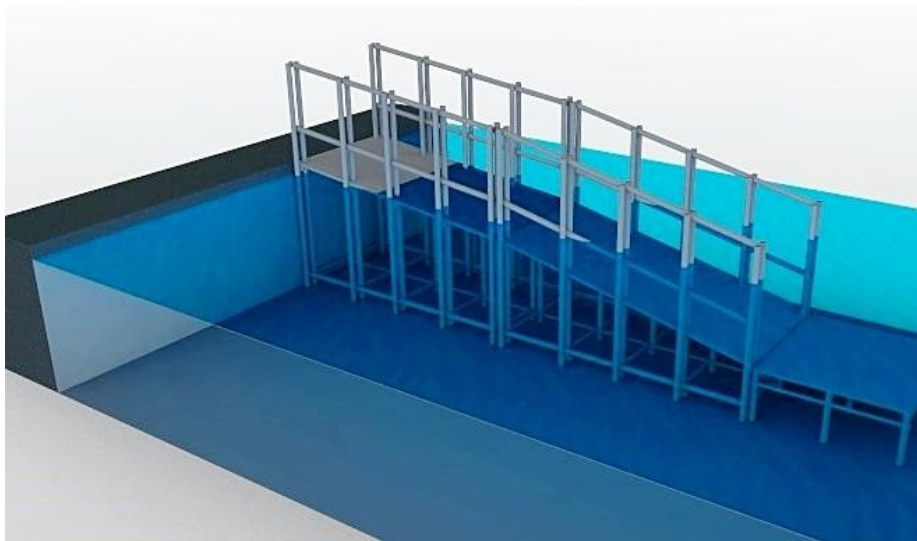
A dificuldade motora é um processo no qual a pessoa perde integralmente ou parcialmente determinados movimentos. Suas causas podem ser as mais diversas possíveis, podendo ser um distúrbio na infância, um problema de nascença, uma doença ao longo da vida, um acidente, dentre tantas outras causas possíveis. De acordo com Barsa (2017), a dificuldade motora pode ser classificada de duas maneiras: habilidade motora grossa que está relacionada com a realização de movimento com grandes músculos como por exemplo correr, pular e habilidade motora fina que está vinculada a pequenos músculos.

O processo de fisioterapia é um importante aliado para amenizar e reduzir os efeitos das dificuldades motoras. De acordo com o Sem Barreiras (2016), diversos pacientes relatam melhoras significativa ao passarem pelo processo fisioterápico.

Um estudo de Santos *et al* (2011), aponta uma grande evolução de pacientes com AVE (Acidente Vascular Encefálico), ao passarem pelo processo de fisioterapia em piscinas ou meios aquáticos. Pesquisadores da área apontam que esses benefícios podem ser estendidos a outros pacientes com dificuldades motoras. A prática de fisioterapia em piscinas tem se tornada cada vez mais comum, visto que há um aumento na gama de exercícios e tem gerado ganhos significativos aos pacientes.

Entretanto a colocação e retirada desses pacientes em piscinas se torna um grande problema, uma vez muitas clínicas não dispõem de equipamentos adequados para realizar as manobras necessárias com os pacientes. Uma das maneiras mais usadas se dá através da utilização de cordas, porém esse processo demanda grande esforço dos fisioterapeutas e muitas vezes podem lesionar a pessoa que será submetida ao procedimento. Uma outra solução muito comum é a construção de rampas dentro da piscina para que a pessoa possa ser colocada dentro dela com o auxílio de cadeiras de rodas conforme ilustrado na Fig 1, porém esse meio requer a modificação da estrutura da piscina, impossibilitando muitas vezes outras atividades.

Figura 1. Exemplo de rampa para auxílio de colocação de pessoas em piscina (Actualsports, 2019 - adaptada)



No mercado ainda existem outros dispositivos que em geral são fixados nas bordas das piscinas e outros moveis, mas que dependem de uma fonte externa de energia para serem acionados e apresentam valores exorbitantes, o que os tornam inviáveis para algumas clínicas e até mesmo para aquelas pessoas que pretendem adquiri-los para o uso doméstico.

2. METODOLOGIA

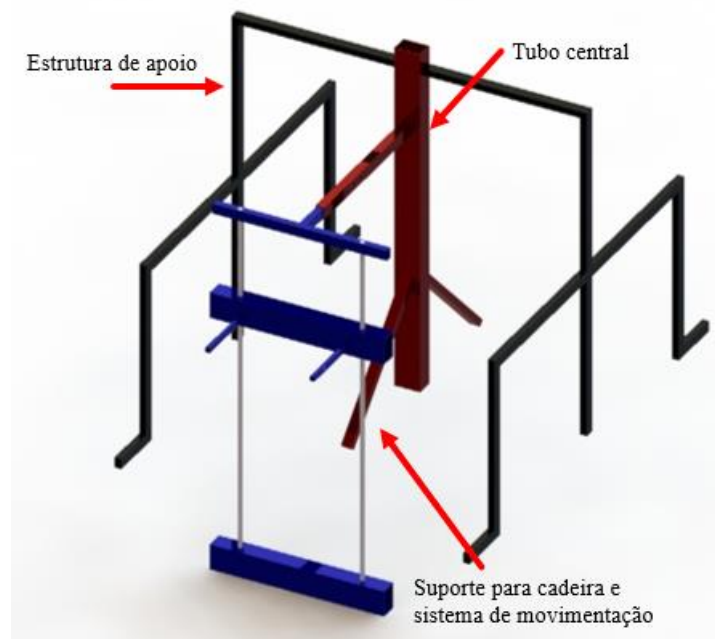
O principal objetivo deste artigo é apresentar o projeto de um dispositivo manual que auxilie os fisioterapeutas a colocarem e a retirarem pessoas com dificuldades motoras em piscinas e que possua em custo reduzido. A metodologia do projeto se baseou nas mostrada por Norton (2013). A primeira etapa dela consiste em verificar a real necessidade do problema, que como argumentado anteriormente, se faz necessário devido à grande dificuldade enfrentada pelos profissionais da fisioterapia, e pelo ainda fato deste dispositivo facilitar o trabalho de fisioterapeutas e gerar maior conforto ao paciente.

A segunda etapa consistiu em levantar dados de pesquisas já existentes, logo em seguida se começou a buscar soluções para estes problemas. Todos os requisitos que o projeto deveria atender foram levantados simultaneamente. Eles são listados a seguir:

- Atender usuários com até 150 Kg;
- Acionamento completamente manual;
- Equipamento móvel;
- Ser facilmente montável;
- Baixo custo.

A partir dos requisitos listados acima, deu-se início ao processo de síntese e avaliação das propostas de solução. Pensou-se em dispositivo completamente desmontável, feito com duas estruturas de apoio em metalon, uma estrutura central feita em tubo retangular de aço, um suporte para acento com movimentação vertical e um sistema de fuso e manivela para movimentação da carga, conforme esquematizado na Fig. 2. Além disso o sistema possuirá regulação que aumentam sua versatilidade.

Figura 2. Esquemático do sistema.



O objetivo de a estrutura de apoio possuir os dois pontos extremos que tocam o chão com uma distância considerável é para evitar a possibilidade de a estrutura tombar com o paciente. E para reduzir ainda mais essa probabilidade a estrutura central possui duas barras inclinadas que servem como uma alavanca de travamento.

Com o intuito de se ter uma estrutura ajustável e desmontável as conexões entre as estruturas de apoio e o tubo central e do tubo central com o sistema de movimentação de carga serão feitas com pino cupilhado de 12,7 mm de diâmetro. Sabe-se que eles são feitos com aço ABNT 1020, seu limite de escoamento é de 350 MPa e a sua tensão a ruptura ao cisalhamento é de 315 MPa. A Eq. (1) descreve o cisalhamento médio.

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (1)$$

Onde τ é a tensão de cisalhamento médio (MPa), V é a força cortante a qual o material é submetido (N) e A é a área da seção transversal da peça (mm^2). Utilizando um coeficiente de segurança de 3 tem-se uma tensão de ruptura ao cisalhamento admissível é igual a 105 MPa. Manipulando a Eq. (1) encontra-se um esforço máximo de 11875,22 N. Como a carga é somente a do peso paciente, tem-se que os esforços nos pinos serão inferiores a esse valor.

A próxima etapa foi o dimensionamento do sistema de elevação de carga. Por ter como requisito de projeto que o dispositivo tenha acionamento manual, optou-se por utilizar um sistema de transmissão de carga vertical utilizando fuso com rosca trapezoidal semelhante ao mostrado na Fig. 2. Esse sistema foi escolhido por apresentar grande estabilidade e capacidade de carga, simplicidade na montagem e não há movimentação (recuo) nas paradas.

Figura 2. Exemplo de sistema de elevação com fuso (A.T.I Brasil – 2010)



A Tab.1 mostrada a seguir serviu como base para seleção do fuso ideal para o problema em questão. Segundo o manual técnico fornecido pela ATI Brasil (2016) para selecionar ou dimensionar um fuso trapezoidal é necessário conhecer a velocidade de deslocamento da carga (mm/min), peso da carga a ser movimentada (Kg) e o comprimento do fuso (mm). Como o deslocamento será feito de forma manual estipula-se uma velocidade de deslocamento máxima de 150 mm/min. De acordo com os requisitos de projeto listados acima, tem-se que a carga a ser movimentada é de 150 kg e o fuso pelas dimensões pensadas tem 1800 mm de comprimento.

Tabela 1. Tabela base para seleção do fuso trapezoidal (ATI Brasil – 2016)

dimensões normalmente não variáveis							valores decrescentes proporcionais			valores crescentes proporcionais			
rosca trapezoidal	comprimento padrão da porca	número de filetes presa à porca	superfície de contato de um filete	superfície de contato em todo o perfil da porca	superfície de contato linear de um filete em toda a porca	η eficiência (f=0,10) com boa lubrificação	VELOCIDADE calculado sobre a superfície MAWIMA para o número de rotações/min com base em 25mm	VELOCIDADE DE CONTATO	max carga a ser levantada a uma velocidade máxima (1° parafuso max 100 vezes d)	pressão média distribuída nos filetes da rosca	pressão sobre a primeira rosca (1/3 de toda a carga)	torque necessário para o levantamento (fator de serviço FS 2,5)	
TR x Ø x PITCH	mm	n.	mm ²	mm ²	mm	-	RPM	mm (linear) por min.	metros por minuto	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Nm
TR 10x2	20	10	28,3	283	28,3	0,40	883	1.766	25	30	0,11	0,36	0,60
TR 10x3	20	6,7	40	268	26,7	0,51	936	2.808	25	40	0,15	0,34	0,95
TR 12x3	22	7,3	49,5	361	33	0,46	757	2.271	25	51	0,15	0,35	1,33
TR 14x3	25	8,3	58,9	489	39,2	0,42	637	1.911	25	63	0,13	0,36	1,80
TR 14x4	25	6,3	75,4	475	37,7	0,50	663	2.652	25	76	0,16	0,34	2,43
TR 16x4	30	7,5	88	660	44	0,46	568	2.272	25	91	0,14	0,35	3,15
TR 18x4	35	8,7	100,4	873	50,2	0,43	498	1.992	25	107	0,13	0,36	3,98
TR 20x4	40	10	113	1.130	56,5	0,40	442	1.768	25	122	0,11	0,36	4,83
TR 22x5	40	8	153	1.224	61,2	0,44	408	2.040	25	162	0,14	0,36	7,40
TR 24x5	45	9	168	1.512	67,5	0,41	370	1.850	25	181	0,12	0,36	8,73
TR 25x5	45	9	177	1.593	70,7	0,40	353	1.765	25	190	0,12	0,36	9,40
TR 26x5	45	9	185	1.665	73,8	0,39	338	1.690	25	200	0,13	0,37	10,15
TR 28x5	50	10	200	2.000	80	0,37	312	1.560	25	219	0,11	0,37	11,68
TR 30x6	50	8,3	255	2.116	84,8	0,40	295	1.770	25	274	0,13	0,36	16,25
TR 32x6	50	8,3	273	2.266	91	0,39	275	1.650	25	297	0,14	0,37	18,36
TR 35x6	60	10	300	3.000	100	0,36	250	1.500	25	331	0,12	0,37	21,78
TR 36x6	60	10	312	3.120	104	0,36	240	1.440	25	343	0,11	0,37	23,00
TR 40x7	65	9,3	403	3.748	115	0,37	217	1.519	25	440	0,12	0,37	33,28
TR 45x8	80	10	516	5.160	129	0,37	194	1.552	25	564	0,11	0,37	48,20
TR 46x8	80	10	528	5.280	132	0,37	190	1.520	25	579	0,11	0,37	50,25
TR 50x8	80	10	580	5.800	145	0,35	172	1.376	25	640	0,12	0,37	58,83
TR 55x9	95	10,6	714	7.568	159	0,35	157	1.413	25	788	0,11	0,37	80,20
TR 60x9	95	10,6	784	8.310	175	0,33	143	1.287	25	874	0,11	0,37	94,60
TR 65x10	95	9,5	940	8.930	188	0,34	133	1.330	25	1.048	0,12	0,37	123,78
TR 70x10	120	12	1.020	12.240	204	0,32	123	1.230	25	1.143	0,10	0,37	142,38
TR 75x10	120	12	1.100	13.200	220	0,30	114	1.140	25	1.218	0,10	0,37	159,60
TR 80x10	120	12	1.175	14.100	235	0,29	106	1.060	25	1.333	0,10	0,38	183,28
TR 90x12	150	12,5	1.584	19.800	264	0,30	95	1.140	25	1.782	0,10	0,38	273,12
TR 100x12	150	12,5	22.125	22.125	295	0,28	85	1.020	25	2.011	0,10	0,38	335,82

Conforme destacado em vermelho na Tab. 1 o que se adequa melhor ao projeto é o fuso com diâmetro de 22 mm e passo de 5 mm, ele suporta uma carga de 162 kg, uma velocidade máxima de 2040 mm/min e até um comprimento de 2200 mm. Logo, nota-se que ele cumpri todos os requisitos solicitados. Além disso, a Tab. 1 diz que o torque necessário para acionamento da carga é de 7,4 Nm ou 7400 Nmm.

Para o acionamento foi escolhido um sistema de manivela, entretanto como o movimento é vertical seria quase impossível gerar esse movimento sem a utilização de um outro sistema de transmissão. Sendo assim, utilizou-se um sistema de engrenagem e rosca sem fim, que permite a transformação de um movimento horizontal em vertical e ainda reduz o torque necessário para acionamento. Na Fig. 3 é mostrado um sistema similar ao descrito acima.

Figura 3. Sistema engrenagem e rosca sem fim (Engrenagens Pozelli – 2019)



O sistema foi dimensionado de modo a ter uma redução de 5:1, que pela Eq. (2) conclui-se que a rotação de entrada da rosca sem fim, será 5 vezes maior que a rotação da engrenagem que é a mesma do fuso. Como se sabe, o torque é inversamente proporcional a rotação, sendo assim, o torque aplicado pela pessoa na manivela será 1480 N mm. Utilizando uma manivela de 150 mm de braço, tem-se que força feita pela pessoa para movimentar a carga será de 9,866 N.

$$i = \frac{\text{Rotação da rosca sem fim}}{\text{Rotação da engrenagem}} \quad (2)$$

Segundo Melconian (2000), para reduções menores que 30 ($i < 30$), o número de entrada do sem fim (filetes em contato com a engrenagem) deve ser 3 ou 4, sendo assim optou-se por utilizar 4 no projeto. Utilizando a Eq. (3), determinou-se que a engrenagem deve possuir 20 dentes.

$$Z_d = i \cdot N_{\text{entrada sem fim}} \quad (3)$$

Onde Z_d é o número de dentes da engrenagem, i é a relação de transmissão e $N_{\text{entrada sem fim}}$ é o número de entrada da rosca sem fim. Por fim foi selecionada uma engrenagem de 20 dentes e modulo igual a 3.

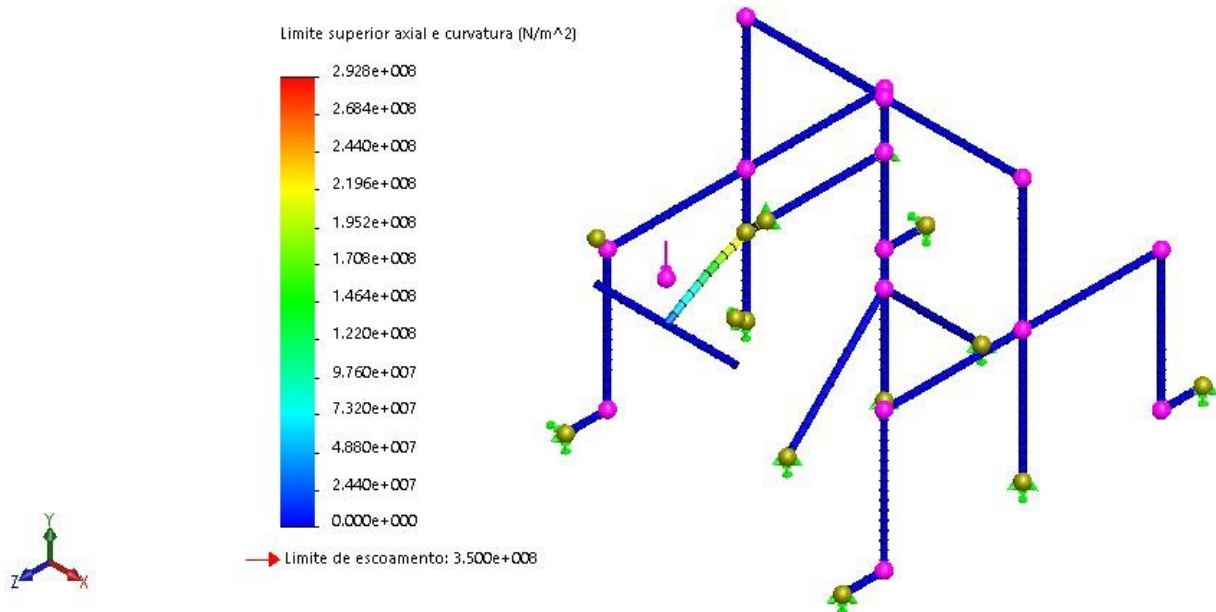
Para validação da estrutura descrita no início deste tópico foi feita uma simulação estática em MEF (método dos elementos finitos) com uma carga de 250 Kg (2452,5 N). O acréscimo no valor é para compensar os efeitos dinâmicos desprezados. Os resultados serão apresentados no tópico a seguir.

3. RESULTADOS

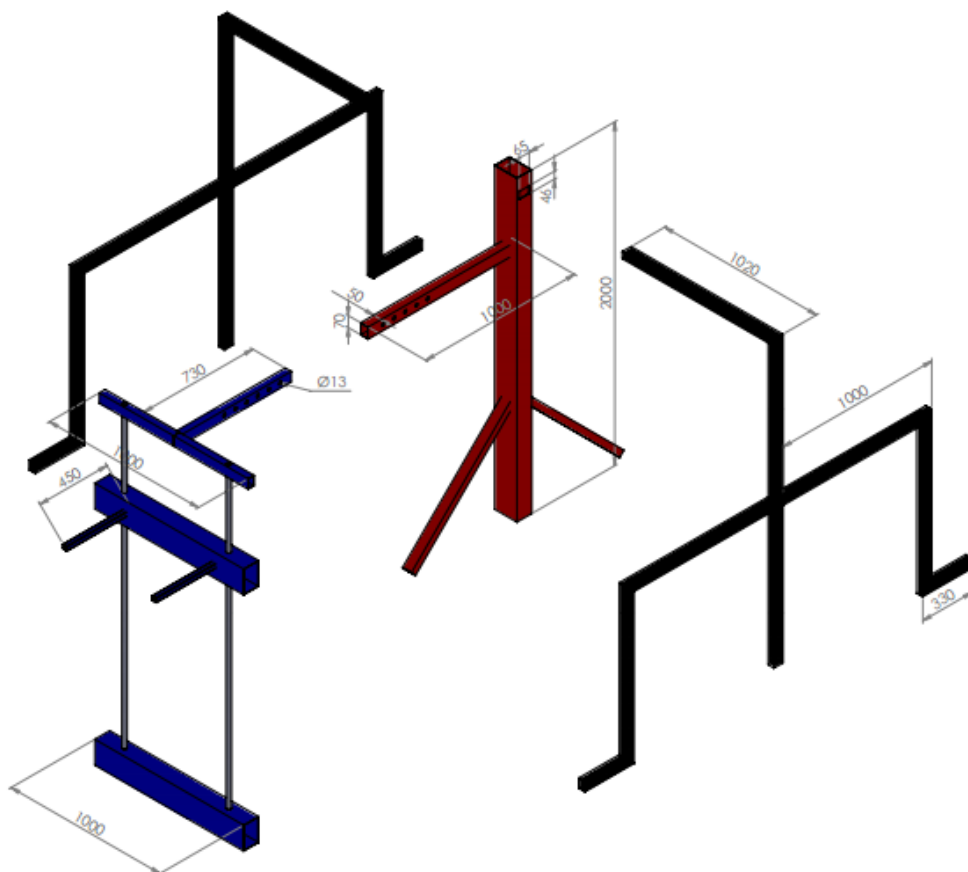
Conforme citado acima o primeiro resultado obtido foi a simulação para validação em elementos finitos da estrutura, na qual foi possível verificar que ela realmente suporta os esforços desejados. Como mostrado na Fig. 4 se tem que todos os esforços estão abaixo do limite de escoamento do material, logo conclui-se que a estrutura em questão é capaz de suportar as cargas propostas.

Figura 4. Simulação estática da estrutura

Nome do modelo: Dispositivo_para_retirar_deficientes_piscina
Nome do estudo: Análise estática 2[-Valor predeterminado-]
Tipo de plotagem: Limite superior axial e curvatura Tensão
Escala de distorção: 34,471



Validada a estrutura pode-se então, finalizar o projeto. Na Fig. 5 é apresentada a vista explodida do projeto com suas dimensões. Vale ressaltar que o dispositivo permite que o paciente desça até 350 mm abaixo do nível da borda das piscinas. Figura 5. Vista explodida do dispositivo



Como um dos intuitos do trabalho era projetar um equipamento com custo reduzido, fez-se necessário a elaboração de um orçamento para verificar seu valor de produção e comparar com os demais produtos existentes no mercado, a fim de comprovar sua viabilidade financeira. Na Tab. 2 é apresentado o orçamento.

Tabela 2. Orçamento do dispositivo

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor total
Tubo 60x40x1,9	19 m	R\$ 23,50	R\$ 446,50
Tubo 70x50x3	2 m	R\$ 40,00	R\$ 80,00
Tubo 150x100x2,65	3 m	R\$ 70,00	R\$ 210,00
Tubo Ø30	6 m	R\$ 80,00	R\$ 480,00
Serviços de Usinagem	-	-	R\$ 600,00
Manivela	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Redução	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Montagem	-	R\$ 400,00	R\$ 400,00
Pintura	-	R\$ 300,00	R\$ 300,00
TOTAL			R\$ 2.856,50

4. CONCLUSÃO

O seguinte trabalho tinha como objetivo o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo para auxiliar na colocação e retirada de pessoas com dificuldade motora em piscinas. No mercado até existem algumas soluções, entretanto elas possuem um alto valor, em geral demandam fonte de energia ou se faz necessário a modificação do ambiente. Pensando nisso, o presente trabalho desenvolveu um dispositivo que atendeu todos os requisitos pré-estabelecidos e ainda é um dispositivo que não necessita ser fixado no ambiente.

Tem-se ainda que este trabalho conseguiu desenvolver um produto com custo relativamente baixo, quando comparado com soluções já existentes no mercado. Essa é uma grande vantagem, visto que torna o produto mais acessível, permitindo que mais pessoas sejam auxiliadas, gerando maior conforto e segurança no transporte dos pacientes.

E por fim conclui-se que o trabalho foi de grande valia para os autores, agregando conhecimento a eles e mostrando problemas reais que envolvem engenharia e que muitas vezes passam despercebidos. E ainda possibilita a melhora na vida das pessoas, além de possuir um certo valor mercadológico.

5. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem primeiramente a Deus por tudo que tem concedido. Agradecem também a seus familiares e amigos pelo apoio e colaboração.

6. REFERÊNCIAS

- ATI BRASIL. **Dimensionamento fuso trapezoidal**. Disponível em: <www.atibrasil.com.br/>. Acesso em: 26 jun. 2019.
- AZEVEDO, Anderson; GUSMÃO, Mayra. A IMPORTÂNCIA DA FISIOTERAPIA MOTORA NO ACOMPANHAMENTO DE CRIANÇAS AUTISTAS. **Atualiza Saude**, Salvador, v. 3, n. 3, p.1-8, jan. 2016. Disponível em: <A IMPORTÂNCIA DA FISIOTERAPIA MOTORA NO ACOMPANHAMENTO DE CRIANÇAS AUTISTAS>. Acesso em: 01 jul. 2019
- BARSA SABER. **Dispraxia, dificuldade no desempenho de movimentos**. Disponível em: <<http://brasil.planetasaber.com/theworld/chronicles/seccions/cards/default.asp?pk=3288&art=94>>. Acesso em: 02 jul. 2019
- Governo Federal. **Tecnologia Assistiva**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2010/08/tecnologia-assistiva>>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de Máquinas**. 9. ed. São Paulo: Erica, 2000.
- NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas: Uma abordagem integrada**. São Paulo: Pearson, 2013.
- SANTOS, Daniel Gonçalves dos et al. Avaliação da mobilidade funcional do paciente com seqüela de AVC após tratamento na piscina terapêutica, utilizando o teste Timed Up and Go. **Journal Einstein**. São Paulo, p. 302-306. 21 jul. 2011.
- VASCONSELOS, Victor. **Fisioterapia é fundamental na recuperação de pessoas com deficiência**. Disponível em: <<http://www.sembarreiras.jor.br/2016/05/14/fisioterapia-e-fundamental-na-recuperacao-de-pessoas-com-deficiencia/>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.