

# SISTEMA PARA ARMAZENAR A CADEIRA DE RODAS NO AUTOMÓVEL

**Daniel Betton da Silva**  
[daniel.betton@gmail.com](mailto:daniel.betton@gmail.com)

**Marcele Sayuri Kondo**  
[marcele.kondo@gmail.com](mailto:marcele.kondo@gmail.com)

**Resumo:** Este projeto tem como objetivo auxiliar a automação do cadeirante no acesso ao seu próprio veículo. Será proposto um equipamento capaz de armazenar a cadeira de rodas no bagageiro superior do automóvel. Apesar de existirem equipamentos semelhantes no mercado brasileiro, o produto se diferencia dos demais pela simplicidade de construção e baixo custo de produção.

**Palavras chave:** deficiente físico, equipamento urbano para deficientes, inclusão social, adaptação.

## 1. Introdução

Atualmente, exige-se maior preocupação com a inclusão social de vários grupos, em especial os usuários de cadeira de rodas. Uma das maiores dificuldades encontradas pelos cadeirantes está relacionada à sua independência em atividades cotidianas.

O desenvolvimento tecnológico permitiu a adaptação de variados aparelhos para facilitar a vida dos cadeirantes, tais como cadeiras especiais acopladas às escadas das residências permitindo com que este se mova entre os cômodos de sobrados sem a ajuda de outras pessoas.

No que se refere à questão da locomoção, um dos principais exemplos foi o aparecimento de equipamentos que permitam comandar embreagens, freio e acelerador manualmente. Esses equipamentos, em geral, são adaptados por empresas terceirizadas, pois a indústria automotiva ainda não apresentou forte interesse nesse mercado.

Ainda que seja possível dirigir um automóvel sem o uso dos pés, o cadeirante de separa com outro problema: o de colocar a cadeira de rodas dentro do veículo. Para esta ação ser realizada é necessário a ajuda de terceiros.

Este projeto tem por objetivo abordar os problemas acima citados propondo um mecanismo que permita armazenar a cadeira de rodas no bagageiro superior sem o auxílio de terceiros.

## 2. Critérios para análise da solução

Através de pesquisas no mercado encontraram-se produtos que realizassem a tarefa de guardar a cadeira de rodas no automóvel sem que o cadeirante necessitasse de ajuda de outras pessoas. Porém percebeu-se que o valor desses produtos era inviável para a população brasileira em geral, chegando à ordem de R\$ 3000.

Durante os estudos para propor uma solução viável para o mercado brasileiro chegou-se a seis possíveis soluções. Cinco delas foram descartadas pois não atendiam aos critérios impostos para a realização do projeto.

O principal fator considerado foi o valor do equipamento. Seguindo esse raciocínio, a simplicidade do projeto seria um fator determinante para a escolha da melhor solução. Aliada a essa idéia, a estrutura interna e externa do automóvel também não poderia ser alterada para evitar gastos extras.

Para que o usuário pudesse utilizar o equipamento sem ter que trocar de carro, pensou-se que o sistema deveria ser aplicado em um grande grupo de veículos e também deveria ser intercambiável entre diferentes modelos. Considerou-se também que o equipamento não poderia ocupar muito espaço interno para que o automóvel não se tornasse exclusivo do cadeirante.

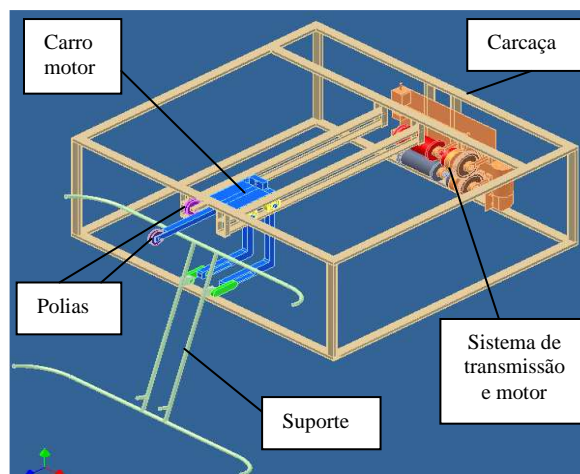


Figura 1. Desenho esquemático do equipamento da solução proposta

A solução escolhida como a melhor e mais viável foi a que consiste em um braço deslizante que, através de um motor iça a cadeira de rodas para o bagageiro superior do automóvel. A Fig. (1) acima representa as peças da solução proposta.

O equipamento funciona da seguinte maneira: o motor é conectado ao carro motor através de fios que passam pelas polias, esses fios transmitem o movimento do carro motor e este por sua vez para o suporte. Esta peça é responsável por proteger o automóvel de possíveis danos que a cadeira de rodas pode causar devido a oscilações na subida desta para a parte superior do automóvel. O carro motor também possui outra polia pela qual passa outro fio que será responsável pelo movimento da cadeira de rodas.

### **3. Descrição do projeto**

Nesse tópico, serão abordadas as peças e subsistemas que possibilitam a operação do equipamento, dividas nas operações de deslizamento que é responsável por enclausurar a cadeira de rodas sob a carcaça e na operação de içamento da cadeira de rodas. Para realizar essas operações foi necessário desenvolver um sistema de transmissão que possibilitasse essa alternância de movimento

O material escolhido para a maior parte dos equipamentos foi o aço-carbono 1020 com baixo teor de carbono por este boa tenacidade, conformabilidade e soldabilidade, além de ser um metal de baixo custo. Este aço é também largamente aplicado nas construções de pontes, edifícios, navios e estruturas mecânicas em geral.

Para algumas peças do equipamento foi escolhido o alumínio. Tal material possui maior custo, porém é mais leve que o aço, é também bastante resistente e durável.

#### **3.1 Carcaça**

A carcaça é a peça responsável por guardar a cadeira de rodas, servir de base para todas as outras peças e subsistemas do equipamento, já que é a única peça do equipamento a entrar em contato com o bagageiro do carro. Na carcaça está soldado o trilho que servirá de guia no movimento do carro motor.

Esta peça é feita de barras de aço carbono 1020 e o trilho é feito de 2 vigas com perfil em “U” de aço carbono 1020. A massa da carcaça é de 19,7 kg e do trilho de 2,5 kg. Seus preços estimados ficariam em torno de R\$ 86,00.

Será utilizada uma capa de nylon para proteger o equipamento como um todo, esta será presa à estrutura da carcaça. O preço aproximado da capa é de R\$ 60,00.

#### **3.2 Suporte da cadeira de rodas**

O suporte para cadeira de rodas, como o próprio nome diz, é utilizado para dar base a cadeira de rodas durante o processo de armazenamento da mesma. Este suporte também tem a função de proteger o veículo contra possíveis choques da cadeira na lataria do automóvel.

A massa do suporte é de 1,1 kg. Foi escolhido um material leve como o alumínio para o suporte, pois este ficará suspenso quando se estiver levando a cadeira de rodas para o bagageiro superior e quando estiver descendo o mesmo, portanto, os esforços exigidos devido ao peso do suporte no motor serão menores. O preço estimado do suporte ficou em R\$ 8,10.

#### **3.3 Carro motor**

O carro motor é o subsistema responsável por transmitir o movimento do motor ao sistema como um todo. É nele que a cadeira de rodas e o suporte ficam apoiados. O carro motor fica preso a carcaça através do trilho soldado na carcaça.

O material utilizado para esta peça é o aço carbono 1020. A massa total do carro motor fica em 9,1 kg. O preço do carro motor fica R\$ 36,00. Será utilizada rodas de nylon para fazer com que o carro motor deslize sobre os trilhos diminuindo o atrito. A roda teria diâmetro externo de 75 mm e custaria R\$ 1,89 cada, sendo utilizadas 4 por equipamento.

#### **3.4 Motor**

Os veículos automotores de passeio possuem uma alimentação de corrente contínua de 12 V.C.C., este parâmetro é importante, pois não será necessária a adição de um transformador de voltagem ao sistema quando utilizado um motor de semelhante voltagem de alimentação.

O motor deverá fornecer um torque suficiente para elevar a cadeira de rodas e guardar a mesma no compartimento, o torque calculado para a situação em questão é de 20 N.m, sendo este considerado mais crítico para durante a operação do equipamento.

O motor que apresentou as características indicadas acima é do fornecedor BOSCH de código 9.390.453.042 modelo CEP. Esse modelo é aplicado nos limpadores de veículos automotores, cadeiras de dentistas, etc. Este motor tem custo de R\$ 156,00 e massa de 2,9 kg.

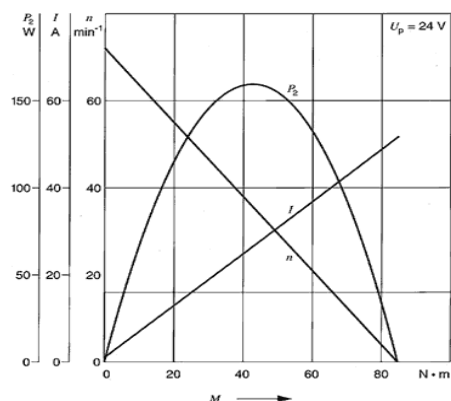


Figura 2. Curva característica do motor

As curvas características do motor são explicitadas na Fig. (2), podemos notar que o motor possui um rotação máxima de 100 rpm, torque máxima de 35 Nm e uma potência máxima de 82 W quando aplicado, aproximadamente 18 Nm.

### 3.5 Transmissão

Os motores elétricos, geralmente, são as peças mais onerosas na folha de custo do projeto, portanto preferiu-se a aplicação de um sistema de transmissão que possibilitasse o uso de apenas um atuador.

A transmissão é baseada em embreagens cônicas acionadas por solenóides, que por sua vez serão acionados por sensores de fim de curso. O par de engrenagens é necessário para poder levar potência para dois eixos diferentes, preferiu-se pela transmissão por engrenagens devido ao espaço reduzido do sistema.

#### 3.5.1 Engrenagens

As engrenagens foram projetadas baseadas na metodologia AGMA, ressaltando que sua função das engrenagens nesse sistema é de levar a potência do motor aos dois eixos dos tambores. Além da referida preferência às engrenagens devido ao menor espaço de transmissão, pode adicionar a necessidade do sincronismo do sistema.

As engrenagens foram projetadas para a situação crítica de potência fornecida para o motor de 136 W a rotação de 45 rpm, resultando em um torque de 35 Nm. Adotando o módulo de 2,5 mm e uma distância entre centro de 140 mm com uma face de 20 mm. O material da engrenagem é aço endurecido por chama ou indução com uma dureza de 6000 HB o que resultará numa pressão admissível de 1805 MPa.

A força tangencial na engrenagem é de 684 N por meio de um ângulo de pressão de 20°. A tensão do pé do dente da engrenagem será de 30 N/mm<sup>2</sup> e a tensão do material 170 N/mm<sup>2</sup>, adotando assim um fator de segurança de 5,5.

Os tambores devem possuir um diâmetro de 90 mm determinados previamente no cálculo dos esforços de operação do motor, assim passou-se a ter uma restrição quanto à distância entre eixos das engrenagens e o valor de d0 no mínimo de 100 mm. Assim foi adotado o diâmetro de 140 mm com uma face de 20 mm. O módulo normalizado é 2,5 mm e o número de dentes de 56.

O material adotado para a engrenagem é o SAE 4340 que possui uma tensão de escoamento de 170 MPa, a tensão observada acima é bem inferior a tensão do material. As engrenagens são peças de simples usinagem que possuem um custo baixo.

#### 3.5.2 Embreagem Cônica

Os acionamentos dos carretéis serão realizados por embreagens cônicas, esse sistema permitirá que por meio de atrito que o carretel requisitado recebe a potência do motor.

A metodologia adotada para o dimensionamento da embreagem é o de pressão constante, o torque máximo adotado para o cálculo é de 35000 Nmm; o ângulo de contato é de 12° e o coeficiente de atrito entre copa e cone adotado é de 0,38 referido ao revestimento à base de fibras de aramida. A engrenagem possui um diâmetro interno 100 mm e diâmetro externo de 108,50 mm. Sob as condições indicada a força de contato necessária para transmitir o torque é de 184,60 N.

O material da embreagem é de aço SAE 1020, revestida à base de aramida nas regiões de contato, esse revestimento tem como função aumentar o atrito entre o cone e a copa da embreagem.

#### 3.5.3 Molas, Solenóides e Alavanca

O tambor responsável por içar a cadeira de rodas será solicitado grande parte do tempo e o tambor responsável por deslocar o carro motor será solicitado, em apenas, uma parte da operação.

Devido a essa característica particular de cada tambor foi escolhido para o primeiro o acionamento por molas e o desembreio será por solenóide, já o segundo tambor será embreado por solenóide e desembreado pela ação de uma mola.

Adotando o material da mola como sendo repuxado duro, o diâmetro do arame da mola ( $d$ ) é 2,5mm.

Para a segunda mola o  $d$  adotado foi de 1,4 mm resultando em uma força máxima de 41,56 N e a constante elástica da mola de 2,42 N/mm.

Os solenóides são peças que se movem através de um núcleo de ferro do centro da bobina, quando passa uma corrente elétrica atravessa a bobina. Os solenóides apresentam tensões de 12 e 24 volts, foi escolhido um solenóide de 24 V devido à conformidade com a tensão de alimentação do veículo. Adotamos para este projeto o solenóide do fabricante Soletec EPP de série D modelo 50. Cada solenóide tem um custo de R\$ 114,00.

A Fig. (3) abaixo representa o gráfico retirado do catálogo do fornecedor demonstra que a força exercida pelo solenóide decai com o curso do mesmo, além desse fato pode-se notar pela análise do gráfico o PL, percentual do tempo de operação do equipamento ligado pelo tempo total de operação do mesmo, tem uma grande importância no rendimento do solenóide.

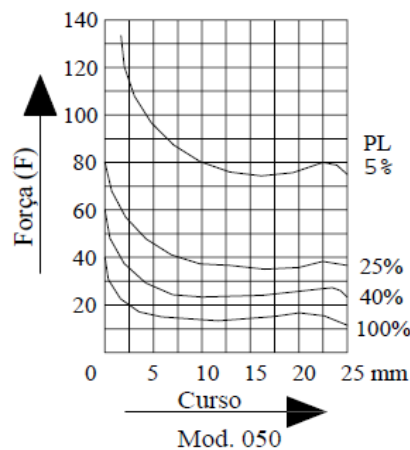


Figura 3. Força magnética pelo curso

Os fatos acima corroboram a tese de estratégias diferentes empregadas para os dois tambores, que consideram o tempo de acionamento de cada tambor durante um ciclo de operação.

A força calculada acima necessária à embreagem cônica é 184,60 N, portanto será necessária uma alavanca para possibilitar a utilização dos solenóides. Através da análise de diagrama de corpo livre da alavanca para o tambor do carro motor, isto é, aquele tambor que será acoplado pela força do solenóide é desembreado pela força da mola conseguimos relacionar as forças necessárias e o curso do garfo.

Pela análise das equações de equilíbrio de momentos nas alavancas, foi encontrada a relação  $a/b$  de 0,27. De tal forma adotou-se para  $a$  e  $b$  as dimensões 79 mm e 300 mm, respectivamente. Partindo do pressuposto que essa alavanca poderá utilizar a mesma proporção da alavanca anteriormente calculada, a força que o solenóide deverá exercer em um curso de 10 mm é de 80 N, suficiente para desacoplar a embreagem.

#### 4. Detalhamento da estrutura

##### 4.1 Cabo de aço

Para o dimensionamento do cabo de aço que ficará ligado ao tambor do motor, considerou-se uma carga de 50kgf. Foi escolhido um fator de segurança de 10 devido a ser uma carga elevada, obteve-se que a carga de segurança é de 500 kgf.

Consultando o catálogo da MaxiCabos escolhe-se o cabo de aço com as seguintes especificações:

Tabela 1. Especificações técnicas do cabo de aço

DIÂMETRO		MASSA APROXIMADA (kg/m)	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA EFETIVA (tf)		
Polegadas	mm		Mín. 180 kgf/mm <sup>2</sup>	Mín. 200 kgf/mm <sup>2</sup>	Mín. 220 kgf/mm <sup>2</sup>
1/8"	3,2	0,043	0,66	0,77	-

O diâmetro do tambor deve ser no máximo 40 vezes o diâmetro do cabo e no mínimo 20 vezes maior que este. Logo, o diâmetro do tambor poderá estar no intervalo de 64 mm a 128 mm. Escolheu-se então o diâmetro de 90 mm.

Serão utilizados 2 cabos, um para içar a cadeira de rodas com comprimento de 2 m e outro para movimentar o equipamento de comprimento de 3 m

#### 4.2. Cálculo de momento

A seguir serão apresentados cálculos dos torques exigidos ao motor pelos pesos do equipamento e da cadeira de rodas durante o movimento de armazenagem e durante o movimento de descida da cadeira.

A primeira situação considerada é quando o motor tem de vencer a inércia do equipamento na posição em que a cadeira de rodas está dentro da carcaça, sobre o suporte. Situação semelhante seria a mesma posição, porém sem a cadeira de rodas. Nessas situações a massa a ser movimentada seria 30,4 kg e 10,4 kg (massa do suporte mais massa do carro motor) respectivamente, pois a cadeira de rodas tem 20 kg.

A força a ser vencida nesses dois casos seria o atrito. Sabe-se que o material da viga e do carro motor é o aço, será utilizado um lubrificante entre essas peças para facilitar o movimento. Supondo-se que o coeficiente de atrito estático entre aço e aço com lubrificação seja 0,15 e aceleração da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ , temos a seguinte condição:

- para o caso com cadeira de rodas o momento calculado é de 4,1 Nm;
- para o caso sem cadeira de rodas, o momento calculado é de 1,4 Nm;

A segunda situação considerada é o movimento de subida da cadeira de rodas. A massa a ser movimentada é de 20 kg referente somente a cadeira de rodas. Logo o peso da cadeira de rodas é 200 N. O momento calculado para essa situação é de 18 Nm.

A terceira situação é o movimento de subida da cadeira de rodas mais o suporte depois que o cabo atinge o fim de curso. A massa a ser movimentada é de 21,1 kg. Logo o peso da cadeira de rodas é 211 N. Portanto o momento gerado é de 19 Nm.

O próximo movimento considerado é o movimento horizontal do equipamento com e sem a cadeira de rodas. As massas a serem movimentadas são de 30,4 kg e a 10,4 kg, respectivamente. Considera-se o atrito dinâmico de aço contra aço com lubrificação igual a 0,08. Portanto o momento gerado é:

- para o caso com cadeira de rodas, o momento calculado é 2,2 Nm;
- para o caso sem cadeira de rodas, o momento calculado é 0,7 Nm;

A subida sem a cadeira de rodas é o último movimento a ser analisado. Neste caso só existe o peso do suporte com massa de 1,1 kg. Causando um momento de 1,0 Nm.

Logo o máximo torque exigido considerando os movimentos acima é de 19 Nm que é consideravelmente inferior ao torque máximo do motor (35 Nm).

#### 4.3. Cálculo de tensões

Com o intuito de analisarem-se as tensões do carro motor, considerou-se o braço que é responsável pela polia que irá içar a cadeira de rodas como sendo uma viga engastada na chapa com uma força aplicada pontualmente em sua extremidade livre.

A força peso atua na extremidade da viga e corresponde ao peso da cadeira de rodas mais o peso do suporte. Na outra extremidade há as reações de apoio do engaste. O momento do engaste encontrado nas vigas é de 121,6 Nm e apresenta uma reação de 303,9 N.

Utilizando a teoria de tensões em viga podemos obter que:

$$M = M_A - V_A \cdot x \Rightarrow M = P \cdot l - P \cdot x = P \cdot (l - x) \quad (1)$$

$$\sigma_x = \frac{M \cdot y}{I} \Rightarrow \sigma_x = \frac{P \cdot (l - x) \cdot y}{I} \quad (2)$$

Sabe-se que o intervalo dos valores de  $x$  é  $[0 ; 400]$ . Considerando que essa viga tem seção cheia de área de  $40 \times 40$  então  $y$  varia de  $[-20 ; 20]$ .

Pode-se perceber que o ponto de maior tensão será quando  $x = 0 \text{ mm}$  e  $y = 20 \text{ mm}$ . Logo os valores ficam em:

$$\sigma_{x_{\max}} = 11,4 \text{ MPa}$$

Foi feita a análise desta peça por elementos finitos no programa Inventor/ Ansys e foi possível obter-se as seguintes análises:



Figura 4. Tensões equivalentes de Von Mises em MPa

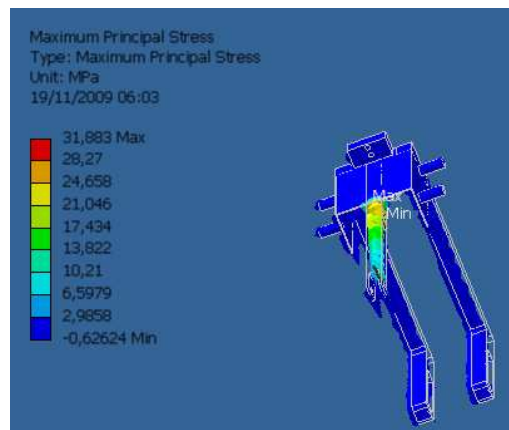


Figura 5. Tensões principais máximas em MPa



Figura 6. Tensões principais mínimas em MPa

Utiliza-se o critério da tensão de cisalhamento (Tresca) e o critério da energia de distorção (Von Mises) para saber se o equipamento escoar. O limite de escoamento do aço carbono é  $\sigma_e = 250MPa$  e o módulo de elasticidade é  $E = 200GPa$  250 MPa. As tensões principais do sistema são:

$$\sigma_1 = 28,27MPa$$

$$\sigma_2 = 5,22MPa$$

Pelo critério de Von Mises temos:

$$\sigma_{equivalente} \geq \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2}{2}} = 16,3MPa \quad (3)$$

Os valores obtidos pela análise de elementos finitos e pela teoria de vigas de resistência de materiais são coerentes entre si. Pode-se concluir que o equipamento não vai escoar.

A outra estrutura analisada foi a carcaça, simulando-se a passagem do automóvel por uma deformação na rua. Para tal simulação supôs aceleração da gravidade como sendo 3 vezes maior do que o valor real.

Supôs-se que a carga estaria concentrada na barra que sustenta a viga e que fica próxima do motor. Lá estariam concentrados os pesos do carro-motor, do suporte e da cadeira de rodas.

Para a análise de elementos finitos considerou-se que as barras estariam engastadas, e as quatro vigas da base estariam fixas ao rack do automóvel.

Segue abaixo os resultados das análises:

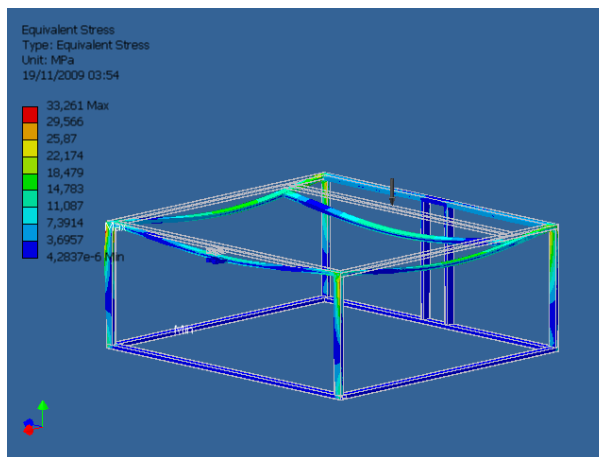


Figura 7. Tensões equivalentes de Von Mises em MPa

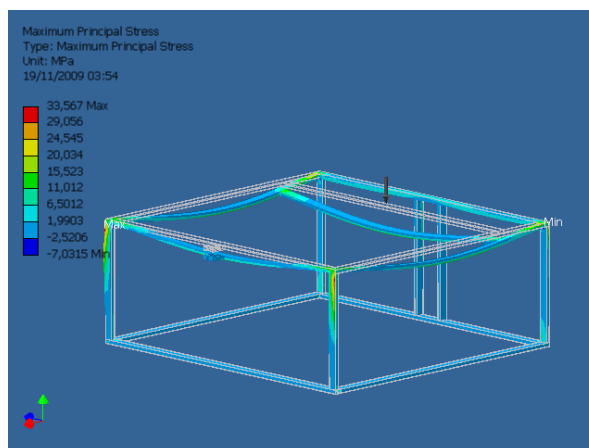


Figura 8. Tensões principais máximas em MPa

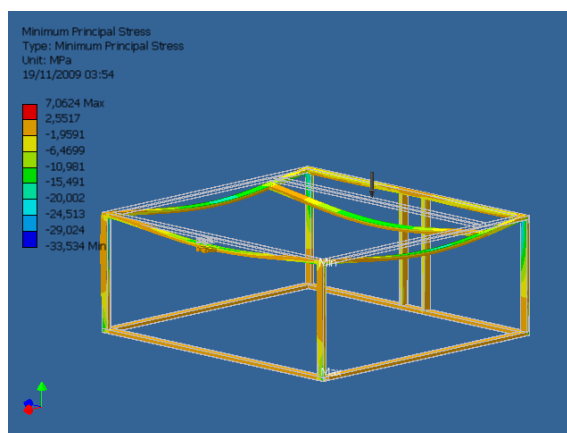


Figura 9. Tensões principais mínimas em MPa

Para esse sistema utiliza-se critério da energia de distorção (Von Mises) para saber se o equipamento escoá. O equipamento é de aço carbono 1020, logo, limite de escoamento é  $\sigma_e = 250MPa$  e o módulo de elasticidade é  $E = 200GPa$ . As tensões principais do sistema são:

$$\sigma_1 = 33,57MPa$$

$$\sigma_2 = 2,55MPa$$

Pelo critério de Von Mises temos:

$$\sigma_{equivalente} = 21,9MPa$$

Pode-se concluir que o material não escoá na situação de aceleração da gravidade 3 vezes maior.

## 5. Detalhamento da operação

O aparelho sempre será acionado na posição em que o carro motor está à direita, essa posição é alcançada tanto ao final do ciclo de embarque quanto do ciclo de desembarque da cadeira de rodas.

Ao partir dessa situação a bobina 1 estará energizada pressionando a mola para que o carretel responsável 1 esteja livre, por sua vez a bobina 2 também estará energizada pressionando o cone da embreagem a sua copa que permitirá que o tambor 2 rotacione. O fluxo de potência é demonstrado por seta azuis na Fig. (10) e as setas vermelhas indicam a força exercida pelo sistema solenóides e molas.

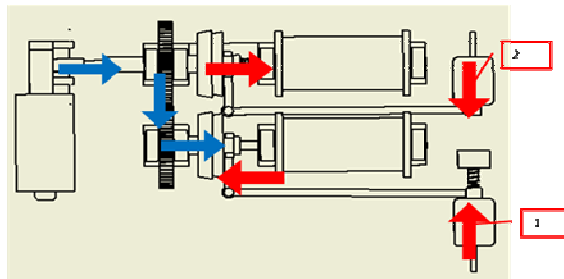


Figura 10. Configuração de transmissão no início da operação

Esta configuração é mantida até o carro motor chegar à esquerda do veículo automotor demonstrado na Fig. (11). A seta preta demonstra por onde o carro motor será puxado, se deslocando no mesmo sentido da seta, quando o mesmo encontrará um fim de curso, situação demonstrada na Fig. (12), a configuração da caixa de transmissão irá se alterar.

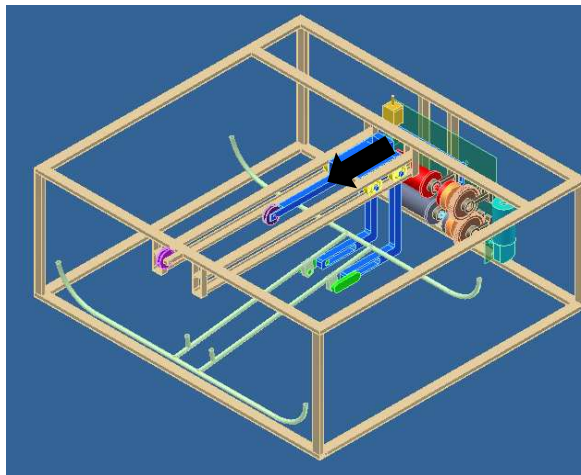


Figura 11. Movimentação do carro motor



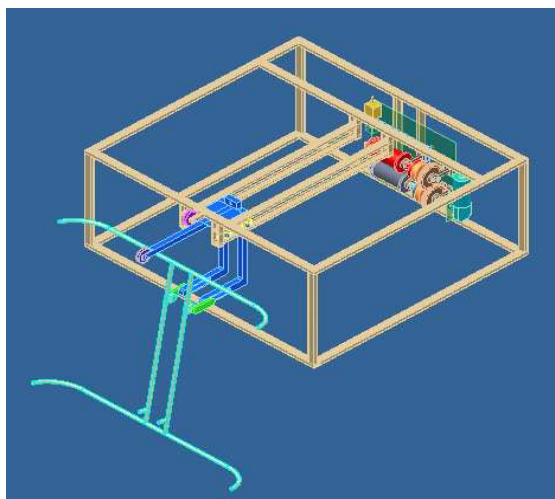


Figura 12. Acionamento do tambor para o guincho da cadeira de rodas

Na configuração demonstrada na Fig. (13), as duas bobinas não estarão energizadas e ocorrerá o acoplamento da embreagem que permitirá que o gancho seja liberado para ser acoplado na cadeira de rodas através da força da mola. Importante ressaltar que não é necessária a mudança de sentido do motor, pois o tambor do guincho deverá ter uma rotação oposta ao tambor do carro.

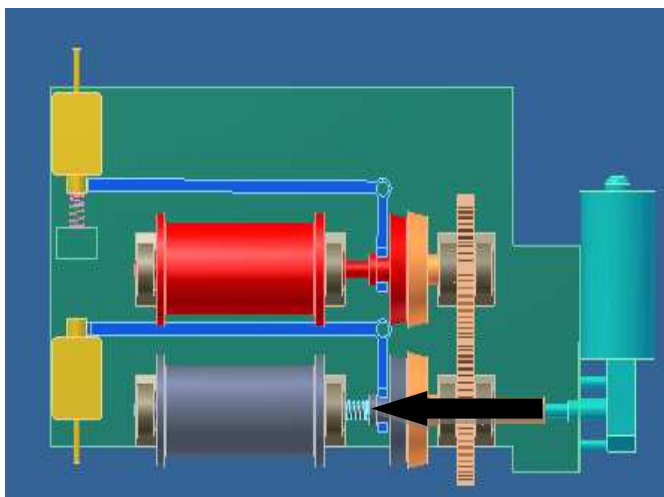


Figura 13. Configuração da transmissão

Quando o condutor do veículo prender a cadeira de rodas e acionar o botão de subida a rotação do motor será invertida enrolando o fio no tambor do guincho do tambor e não sendo necessária a utilização dos solenóides nessa operação.

Importante ressaltar que durante grande parte da operação os solenóides ficarão desligados, assim ressalta-se novamente que a curva a ser seguida é a de PL de 5% no gráfico do solenóide.

## 6. Conclusão

O projeto proposto sobre armazenamento de cadeira de rodas no bagageiro superior do automóvel é viável e útil para a população de cadeirantes brasileiros. Tal equipamento facilitaria a vida de muitos cadeirantes motoristas.

Os custos envolvidos na fabricação, compra de matéria-prima e acessórios são baixos, levando a crer que o preço final do produto para o cliente também fosse reduzido comparado ao preço dos produtos importados que além do preço do produto há a necessidade de se pagar pelas taxas de importação.

O custo da estrutura do equipamento incluindo a usinagem fica aproximadamente de R\$ 280,00, o motor mais transmissão fica em torno de R\$ 580,00. Sendo o custo do projeto final não ultrapassando a faixa de R\$ 900,00. Sendo um valor baixo comparando aos produtos importados. Seria possível ainda pedir auxílio ao governo solicitando isenção do IPI e ICMS sobre o produto final.

O sistema desenvolvido é simples, de fácil fabricação e não exige matérias-primas especiais, sendo a estrutura basicamente de aço carbono com baixo teor de carbono e algumas peças em alumínio.

O sistema de transmissão foi totalmente desenvolvido para este produto em específico sendo bastante eficiente. O motor utilizado é o mesmo de um limpador de pára-brisa, não necessita de alta alimentação e tem torque suficiente para levantar mais de 50 kg de carga.

## 7. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14970-1: Acessibilidade em veículos automotores – Parte 1: Requisitos de dirigibilidade. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.
- SHIGLEY, Joseph E.; MISCHKE, Charles R.; BUDYNAS, Richard G.; Projeto de engenharia mecânica. 7. ed.. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- VERSCHOOF, J.; Cranes – Design, Practice and Maintenance. 2 ed. Londres: Professional Engineering Publishing, 2002.
- TIMOSHENKO, S.P. GERE, J.E.; Mecânica dos Sólidos vol.1. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1994.
- GERE, James M.; Mecânica dos Materiais. 1 ed. São Paulo: Thompson, 2003.
- TMN devices LTD. Apresenta a empresa TMN. Disponível em: [www.tmn.co.il](http://www.tmn.co.il). Último acesso em 15 abr. 2009.
- CAVENAGHI. Apresenta empresa Cavenaghi. Disponível em: [www.cavenaghi.com.br](http://www.cavenaghi.com.br). Último acesso em 16 abr. 2009.
- AUTO ADAPT for your independence. Apresenta empresa Auto Adapt. Disponível em: [www.autoadapt.co.uk](http://www.autoadapt.co.uk). Último acesso em 16 abr. 2009.
- CARADAP. Apresenta empresa CARadap. Disponível em: [www.caradap.com](http://www.caradap.com). Último acesso em: 18 abr. 2009.
- RICABILITY – Research and information for older and disabled people. Disponível em: [http://www.ricability.org.uk/consumer\\_reports/mobility\\_reports/getting\\_a\\_wheelchair\\_into\\_a\\_car/transferring\\_first](http://www.ricability.org.uk/consumer_reports/mobility_reports/getting_a_wheelchair_into_a_car/transferring_first). Último acesso em: 16 jun. 2009.
- BOSCH. Apresenta motor para limpador de parabrisa. Disponível em: [http://www.bosch.com.br/br/autopeças/produtos/eletrica/limp\\_parabrisa.htm](http://www.bosch.com.br/br/autopeças/produtos/eletrica/limp_parabrisa.htm). Último acesso em: 08 nov. 2009.
- SOLETEC – Tecnologia em solenoids. Disponível em: <http://www.soletec.com.br>. Último acesso em: 15 nov. 2009.
- METALICA. Disponível em: <http://www.metalica.com.br>. Último acesso em: 15 nov. 2009.
- ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. Disponível em: <http://www.abal.org.br/aluminio/vantagens.asp>. Último acesso em: 15 nov. 2009.

## 8. Direitos autorais

### SYSTEM TO STORE THE WHEELCHAIR IN THE CAR RACK

**Daniel Betton da Silva**  
[daniel.betton@gmail.com](mailto:daniel.betton@gmail.com)

**Marcele Sayuri Kondo**  
[marcele.kondo@gmail.com](mailto:marcele.kondo@gmail.com)

**Abstract:** This project aims to assist wheelchair users in accessing their own vehicle. An apparatus capable of storing the wheelchair in the overhead car rack will be proposed. Although there are similar devices in the Brazilian market, the product differs from others by its simplicity and its low cost of production.

**Keywords:** *physically handicapped, urban equipment for disabled, social inclusion, adaptation.*