

## **PROJETO INTEGRADOR COMO MOTIVADOR DO CONHECIMENTO: UMA CADEIRA DE RODAS COM ASSISTÊNCIA ELÉTRICA**

*Matheus Hengles Garcia – m\_hengles@hotmail.com*  
*Universidade Presbiteriana Mackenzie, Mecânica*  
*Rua da Consolação 930 Higienópolis*  
*01302-907 – São Paulo – SP*

*Eduardo Augusto Borges Fernandes –eaugusto30@hotmail.com*  
*Universidade Presbiteriana Mackenzie, Mecânica*  
*Rua da Consolação 930 Higienópolis*  
*01302-907 – São Paulo – SP*

*Fábio Raia – raia@mackenzie.br*  
*Universidade Presbiteriana Mackenzie, Mecânica*  
*Rua da Consolação 930 Higienópolis*  
*01302-907 – São Paulo – SP*

---

**Resumo:** *Os trabalhos de conclusão de curso ou os atuais projetos integradores podem ser utilizados como uma ferramenta de engenharia social com propósitos voltados aos interesses econômicos da população. O projeto aqui apresentado possui esse viés, ao propor uma modificação mecânico-elétrica para assistência em uma cadeira de rodas, com a função de liberar o esforço físico em rampas ou descanso em trajetos longos. O projeto contextualizou-se baseado os programas acadêmicos tradicionais e incluiu setores interdisciplinares para a construção e avaliação do protótipo. Projetos integradores fazem parte de uma nova concepção acadêmica para promover a motivação, interesse e nivelamento de conhecimentos técnicos. Nessa nova disciplina, ministrada em todas as etapas, o acadêmico, mediante um ramo de especialização do professor, elege um projeto e o desenvolve mediante a etapas pré-estabelecidas pelo professor, que nesse caso atua como um orientador. Alunos das etapas iniciais são vinculados, automaticamente, em projetos estabelecidos pelo departamento. Em etapas mais adiantadas os projetos podem ser mais abertos dando liberdade de criação e conhecimento. Atualmente uma das maiores preocupações da sociedade se baseia na igualdade social, em que além da dificuldade de inclusão, as cidades em geral apresentam restrições de locomoção para deficientes físicos. Este grupo de pessoas necessita do auxílio de dispositivos, em geral mecânicos, para sua locomoção como por exemplo a cadeira de rodas. A cadeira de rodas convencional é basicamente composta por um par de rodas com maior diâmetro localizado na parte traseira e outro par de diâmetro menor é disposto na parte frontal.*

**Palavras-chave:** *Projetos integradores. Interdisciplinaridade, cadeira de rodas.*

## 1 INTRODUÇÃO

Projetos integradores são uma nova maneira de introduzir conhecimentos iniciais aos ingressantes em cursos superiores. No passado recente, a denominação foi de “introdução” ou “processos básicos”. Os projetos integradores, podem ser definidos como “Projetos assistidos” que são atividades promovidas com a finalidade de introduzir conhecimento básico inicial e complementar a formação do acadêmico por meio de metodologias e estratégias, nas diversas áreas do conhecimento, com propósito único de formar um profissional atento às necessidades da sociedade. Os projetos integradores acompanham o acadêmico até à sua formação. Nas etapas iniciais, projetos básicos quem têm embutidos conhecimentos essenciais, para o desempenho do curso, são introduzidos tanto na forma teórica como prática. Nas etapas finais, o acadêmico passa atuar como tutor de projetos integradores do início do curso. O ineditismo para essa atividade é a ausência da avaliação escrita e da presença. O aluno cumpre ou não cumpre o projeto, o professor pode classificar o trabalho como concluído ou não concluído. Em ambas as situações, o aluno pode pleitear horas complementares. A característica importante dessa metodologia é a observação do comportamento técnico, profissional e acadêmico do aluno.

Em termos administrativos, as turmas são separadas de forma tradicional com horários, salas e laboratórios designados antecipadamente, com um professor responsável, preferencialmente aquele que goza da categoria de tempo integral. O mais relevante, no entanto, é o projeto a ser desenvolvido.

Na literatura, encontram-se experiências e técnicas, no entanto, o projeto integrador do Senac é aquele se mostra mais adequado e estruturado SENAC, 2015.

A escolha dos projetos é dirigida de acordo com as especialidades dos professores encarregados e os alunos se inscrevem de acordo com suas preferências. Projetos integradores não fazem parte das exigências formais para a conclusão do curso. Eles podem ser desenvolvidos de forma individual ou em grupo. A abrangência dessa metodologia pode ser profícua dando e gerando conhecimento permanente conforme os projetos sejam desenvolvidos. O presente trabalho utiliza um projeto finalizado em partes para ser utilizado de forma contínua e progressiva no desenvolvimento de um produto que pode vir a atender parte da sociedade. Trata-se de uma cadeira de rodas motorizada que lança não de tecnologias atuais para disponibilizar um produto de baixo custo e bom desempenho.

O projeto aqui apresentado possui esse viés ao propor uma modificação mecânico-elétrica para assistência em uma cadeira de rodas, com a função de liberar o esforço físico em rampas ou descanso físico para trajetos longos. O projeto contextualizou-se baseado os programas acadêmicos tradicionais e incluiu setores interdisciplinares para a construção e avaliação do protótipo. O tema do trabalho foi escolhido para dar continuidade a um projeto já existente e foi motivado pela ideia de facilitar a locomoção das pessoas portadoras de deficiências físicas.

Apesar de toda evolução técnica este tipo de recurso requer um investimento muito alto relegando à maioria dos usuários utilizarem a cadeira de rodas convencional. Isso serviu como argumento para que o projeto fosse abordado de forma enfática a utilizar a tecnologia disponível visando obter as melhores relações entre o custo e benefício para atender de forma eficaz e viabilizar o projeto economicamente.

No desenvolvimento deste trabalho foi realizado a fabricação do sistema de transmissão, com a utilização do câmbio continuamente variável (CVT) e realizada a montagem do modelo assim como a verificação de seu desempenho, possibilitando a análise de todos os parâmetros

para futuras melhorias e adequações necessárias para atender os requisitos segundo a norma ABNT NBR 9050:2004

**Objetivo** do trabalho é construir um sistema mecânico-elétrico capaz de minimizar o esforço físico praticado pelo cadeirante.

Especificamente, a avaliação de uma cadeira de rodas comum reestruturada, agregando tecnologia dos Câmbios Continuamente Variáveis (CVT) no sentido de torna-la mais uma opção na demanda por esse tipo de equipamento. Com intenção de mensurar a otimização de seu desempenho por meio de testes de velocidade, capacidade de carga, ruído e autonomia.

**Justifica-se** essa proposta pelas observações realizadas por Oliveira (2014) feitas no cotidiano onde é possível perceber que as pessoas com necessidades especiais que necessitam de uma cadeira de rodas para o seu deslocamento sofrem diariamente com problemas de locomoção e acessibilidade devido à falta de estrutura nas cidades. Prover o direito de locomoção com autonomia e independência, como cidadãos normais que também se faz necessário o planejamento das ruas e calçadas, sinalização do trânsito, dos edifícios, dos veículos de transporte público e outros equipamentos utilizados nas cidades.

O trabalho foi baseado nos requisitos exigidos em normas técnicas para cadeirantes no que concerne sobre as regras, padrões vigentes de segurança e acessibilidade. Foi desenvolvido um protótipo de um sistema de encaixe para ser utilizado em uma cadeira de rodas convencional.

## 2 REVISÃO DA BUBLIOGRAFIA

Historicamente, na antiguidade não havia a produção de cadeiras de rodas em série, muitas famílias ricas encomendavam a fabricação das mesmas. As cadeiras eram produzidas a partir da necessidade de cada indivíduo e do quanto aquela pessoa pudesse pagar, sempre dando ênfase ao conforto e segurança de quem estivesse a utilizando. (WHEELCHAIRNET, 2015)

Figural: Modelo de cadeira de rodas feito sob medida



Fonte: Wheelchairnet (2015).

A figura 1 mostra uma representação artística da cadeira do Rei espanhol Phillip II, que possuía sua própria cadeira de rodas com descanso para os pés (WHEELCHAIRNET, 2015). Outro tipo de cadeira de rodas que foi desenvolvido eram as cadeiras auto manobráveis, figura 2, sendo que o usuário utilizando os dois braços a movimentava desde que não houvesse nenhum obstáculo que impedisse a sua passagem.



Figura 2: Cadeira de rodas auto - manobrável



Fonte: Wheelchairnet (2015).

Com o passar do tempo as cadeiras foram evoluindo, até que em 1933 foi desenvolvido a primeira cadeira de rodas dobrável que permitia que a mesma fosse transportada em um automóvel. Ela pode ser vista na figura 3. Onde se observa que o aspecto físico não tem mudado desde então.

Figura 3: Primeira cadeira de rodas dobrável fabricada



Fonte: Wheelchairnet (2015).

A primeira cadeira de rodas elétrica foi inventada pelo canadense George Klein em um programa que buscava ajudar os veteranos feridos que retornavam da Segunda Guerra Mundial. Com isso a empresa Everest & Jennings cujo fundador foi o americano H.C Jennings, foi a primeira a fabricar a cadeira de rodas elétrica em grande escala no início de 1956. (National Research Council Canada, 2016).

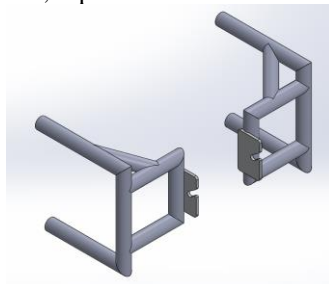
De todos os avanços que surgiram, o principal e talvez o mais importante foi a motorização das cadeiras de rodas, cuja concepção moderna o próprio ocupante pode acionar o motor da cadeira por meio de um controle e conseguir se deslocar em diversos tipos de ambiente sem precisar contar com a ajuda de outra pessoa. Essa assistência se apoia no decreto lei 5.296/04, em seu artigo 6, que define tecnologia assistida como “produtos, instrumentos e equipamentos ou tecnologias adaptadas ou especialmente projetadas para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo autonomia pessoal ou assistida” (BRASIL, 2004).

### 3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A primeira parte do projeto foi o desenvolvimento da parte estrutural, que serviu para encaixar na parte traseira da cadeira, o suporte do motor, redutor e bateria. Nesta etapa todo o conjunto adicionado à cadeira de rodas removível, possibilitando que a cadeira dobre, facilitando seu transporte.

No desenvolvimento da estrutura de fixação da roda motora, o protótipo mostrado na figura 4, foi submetido a simulações no software ANSYS®. A simulação apresentou uma estrutura simples e robusta para ser construída.

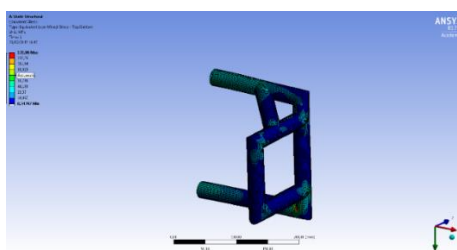
Figura 4, aspecto da estrutura de encaixe



Fonte: Acervo próprio

Na figura 5. Podemos ver a simulação do encaixe para avaliação de tensões e deformações.

Figura 5: Simulação do segundo protótipo



Fonte: Acervo Próprio.

A transmissão da cadeira foi feita com a utilização de sistemas do tipo CVT vem se tornando cada vez mais comum, devido aos aspectos construtivos e princípio de funcionamento que são mais simples que o sistema de transmissão convencional.

Dos diferentes tipos de CVT's existentes no mercado atual o que se destacou e levou a ser escolhido no projeto foi o Nuvinci N360 da Fallbrook, pelo fato de poder ser adaptado a uma roda comum de bicicleta no lugar do cubo, sendo acionado por correntes ou com uma adaptação simples acionado por engrenagens. Além dos aspectos técnicos o CVT é economicamente viável para o projeto. As figuras 6 e 7 mostram os aspectos externos e internos do CVT

Figura 6: CVT Nuvinci N360



Fonte: Fallbrook (2016).

O sistema de transmissão da Nuvinci, modelo N170, possui um planetário continuamente variável (CVP) muda a forma que a energia mecânica é transmitida, melhorando seu desempenho e flexibilidade de transmissões.

Figura 7: Modelo Construtivo do CVT



Fonte: Fallbrook (2016) - Editado pelo autor

O sistema é constituído por um disco de entrada, um disco de saída e um conjunto de esferas cada qual com seu próprio eixo e montados entre o disco de entrada e saída se localiza o disco central, ou também chamado de sol, que mantém a posição das esferas, ao invés de muitas engrenagens ou componentes complexos. O torque da fonte de entrada é transmitido através da passagem do disco de entrada para as esferas devido ao atrito do fluido presente entre os mesmos.

Para o Nuvinci N360 a velocidade varia conforme a relações onde a relação máxima corresponde a 1:2,05 e a relação mínima corresponde a 0,61:1.

E o que torna ainda mais interessante nesse CVT é o modo de realizar as trocas de velocidade, que se dá através de uma manopla como mostrado na figura 8, que é coerente tendo em vista que a principal aplicação do Nuvinci são bicicletas.

Figura 8 – Manopla Nuvinci N360



Fonte: ElectricBike-Blog (2017)

Devido a esta tecnologia, o equipamento pode ser utilizado em aplicações, onde existe um dispositivo mecânico que requer as mudanças de velocidade, tais como, bicicletas, veículos elétricos, energia eólica, entre outros. Neste trabalho esse sistema permitiu o usuário, o deslocamento em locais que requerem mais esforço físico, promovendo assim maior conforto de movimentação e maior acessibilidade.

O motor elétrico do tipo *brushless* para modelos aeronáuticos foi utilizado devido ao custo, tamanho e potência. O sistema de encaixe suportou o CVT, motor e redutor. A velocidade final máxima que segundo a norma ABNT NBR ISO 7176-6 (2015) não pode ultrapassar 15,0 km/h foi escolhido uma velocidade de 8,0 km/h para trabalhar na redução de 1:1 no CVT, pois na máxima redução com o CVT não ultrapassaria a velocidade final prevista pela norma. Então com o diâmetro da roda foi possível calcular a rotação necessária na roda motora obtida por meio da equação 1:



$$n = \frac{V_f}{D \cdot \pi} = \frac{133,3}{0,48 \cdot \pi} = 88,5 \text{ rpm} \quad (1)$$

A força de rolagem ( $F_{ro}$ ) pode ser calculada através da equação 2, e assim calcular a potência para chegar ao torque. Nesta condição foram considerados três parcelas de potência para efeito dos cálculos: Potência de Rolagem ( $N_{ro}$ ) que é a potência necessária para locomover o usuário em regime de funcionamento, Potência de Aceleração ( $N_a$ ), que é a potência para levar à aceleração de zero à aceleração de regime considerando a força de inércia ( $F_{in}$ ). A Potência na rampa ( $N_r$ ) necessária para vencer a força contrária ao movimento devido ao ângulo de inclinação da rampa que foi considerado  $7^\circ$  para uma situação excepcional segundo a ABNT NBR 9050 (2004) e iniciar o movimento. As equações 3, 4 e 5 são respectivamente para cada potência citada acima e a equação 6 é a potência total.

$$F_{ro} = P_u \times c \times a = 3,14N \quad (2)$$

$$N_{ro} = F_{ro} \times V_f = 6,97W \quad (3)$$

$$N_a = F_{in} \times v = 0,16W \quad (4)$$

$$N_r = P_u \times \text{seno}(7^\circ) \times c \times V_f = 0,09W \quad (5)$$

$$N_t = N_{ro} + N_a + N_r = 7,21W \quad (6)$$

Com a potência total e a rotação calculada é possível calcular o toque na roda por meio da equação 7.

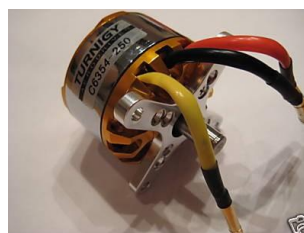
$$M_{roda} = 71620 \times \frac{N_t}{n} = 0,8 \text{ N.m} \quad (7)$$

Como a maioria dos sistemas mecânicos apresentam perdas devido ao rendimento de seus componentes foi considerado um rendimento do sistema de transmissão ( $\eta_s$ ) igual à 0,8 para calcular o torque do motor ( $M_{motor}$ ) apresentado na equação 8.

$$M_{motor} = \frac{M_{roda}}{\eta_s} = 1 \text{ N.m} \quad (8)$$

Com base nos dados acima o motor selecionado para uma tensão de 12,0 V, foi o Turnigy C6354-250, que apresenta uma faixa de tensão 10-37V, potência de 2400W, Corrente até 90,0 A e 250,0 rpm por volt. Como mostrado na figura 9:

Figura 9: Motor Turnigy C6354-250



Fonte: Worth Point (2017).

Para o acionamento desse motor foi proposto a utilização de uma bateria de 7,0 A e 12V disponível no laboratório. Como o motor não tinha torque suficiente para locomover a cadeira de rodas utilizando somente uma bateria, a solução foi desenvolver um redutor de velocidades e trabalhar só com uma bateria e tensão de 7,0 V. Os redutores de velocidades são, basicamente, um arranjo mecânico para obter reduções consideráveis de velocidades sem a necessidade de utilização de engrenagens com grandes diâmetros ou com poucos dentes. Existem diversos tipos de redutores, os mais comuns são construídos por engrenagens paralelas, cônicas, helicoidais ou coroa e rosca sem-fim. Os dados para dimensionamento foram os seguintes: a) Motor modelo Turnigy C6354-250; b) Velocidade desejada, 8,0 km/h. Com as rotações de entrada e saída determinadas anteriormente, foi possível calcular a redução, equação 9, total e estabelecer a quantidade de pares de engrenagens necessários no sistema.

$$i_t = \frac{n_{\text{entrada}}}{n_{\text{saída}}} = \frac{1750}{88,5} \cong 20,0 \quad (9)$$

Por determinação prática, cada par de engrenagem proporcionará uma redução (i) de 4,5.

Com a redução estabelecida (i) corresponde a 4,5, será utilizado o número de dentes do pinhão do primeiro par (Z1) igual à 16, e do segundo pinhão (Z3) igual à 24 dentes. Pelo o critério de resistência, determinou-se o tursor (Mt) para cada eixo. Com a potência do motor (Nm) de 49,0 Watts, (n) 1750,0 rotações por minuto e considerando um rendimento de mancais ( $\eta_m$ ) de 0,98, determinou-se o momento tursor para o eixo de entrada por meio da equação 10, e os demais pela equação 14, considerando um rendimento para cada eixo ( $\eta_e$ ) de 0,97.

$$M_t = 71620 \times \frac{Nm}{n} \times \eta_m [N \times m] \quad (10)$$

$$M_{t_n} = M_{t_{n-1}} \times i_{n-1} \times \eta_m \times \eta_e [N \times m] \quad (71)$$

Tabela1: Momento Tursor em cada eixo [N x m]

| Momento Tursor | [N x m] |
|----------------|---------|
| Mt 1           | 0,26    |
| Mt 2           | 1,12    |
| Mt 3           | 4,79    |

Fonte: Acervo Próprio.

A ilustração mostra o redutor segundo o dimensionamento utilizado. Com o projeto concluído (dimensionamentos e desenhos), realizou-se a fabricação e montagem do redutor, como apresentado na figura 10. No quadro 1 podemos observar como ficou a variação de velocidade nas condições máximas e mínimas do CVT com o conjunto da transmissão (motor, redutor e CVT).

Figura 10: Redutor de Velocidades



Fonte: Acervo Próprio.



Quadro 1: Variação de Velocidade no CVT

| Redução (CVT) | n [rpm] | Velocidade [km/h] |
|---------------|---------|-------------------|
| 1,0           | 88      | 8,0               |
| 2,1           | 43      | 3,9               |
| 0,6           | 144     | 13,0              |

Fonte: Acervo Próprio.

Com todos os componentes modelados em software 3D foi realizada a montagem final, mostrado na figura 11, para concluir a etapa de modelamento e dar continuidade na fabricação dos demais itens.

Figura 11: Projeto em SolidWorks



Fonte: Acervo Próprio.

O protótipo foi submetido a uma série de testes para validação, eles foram realizados seguindo a norma ABNT NBR ISO 7176-6 (2015) - Cadeira de rodas. Esta Parte da ABNT NBR ISO 7176 especifica métodos de ensaio para determinação da velocidade máxima de cadeiras de rodas motorizadas, incluindo *scooters*, destinadas a transporte de uma pessoa. O primeiro teste realizado teve como objetivo verificar o funcionamento da transmissão, mais especificamente o CVT, variando sua relação de transmissão para obter as diferentes velocidades da cadeira de rodas. Para a leitura das velocidades foi utilizado um velocímetro de bicicleta. Os testes foram realizados em pavimentos lisos, com dois usuários de pesos diferentes, o primeiro tinha 60,0 kg e o segundo 80,0 kg. Esses testes tiveram como finalidade verificar o funcionamento do projeto no caso extremo, ou seja, a maior carga que a cadeira suporta transportar com a transmissão do projeto, a maior velocidade que a cadeira opera e a maior velocidade com a maior carga. O teste de velocidade máxima foi realizado com fundamentado segundo a norma ABNT NBR ISO 7176-6, onde é especificado que a cadeira de rodas deve funcionar até atingir temperatura de trabalho, para atingir essa temperatura deve-se percorrer uma distância de aproximadamente 1,5 km, após isso deve dirigir a cadeira de rodas em linha reta e no controlador elevar a velocidade ao máximo, anota-se essa velocidade. A norma ainda recomenda realizar o mesmo procedimento duas vezes e tirar a média aritmética dos valores obtidos. O quadro 2 apresenta os resultados.

Quadro 2: Carga e velocidade máxima

|  |          |
|--|----------|
| <b>Carga Máxima</b>                                | 95,0 kg  |
| <b>Velocidade Máxima para condutor com 80,0 kg</b> | 13,0 m/s |
| <b>Velocidade Máxima para condutor com 95,0 kg</b> | 12,5 m/s |

Fonte: Acervo Próprio.

O teste de rampa teve como finalidade verificar o desempenho da cadeira subir rampas e foi realizado com um condutor com peso igual a 80,0 kg e em duas rampas com inclinações diferentes, e em ambos dos casos a cadeira apresentou desempenho adequado

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho como projeto integrador mostrou que o acadêmico produz melhor e mais rápido quando as responsabilidades de projeto e execução recaem sobre ele.

Com todos os itens fabricados a montagem na cadeira foi concluída e apresentada para testes. Ao longo do desenvolvimento do projeto foram obtidos resultados satisfatórios, mostrando que o trabalho integrador é passivo de surtir efeitos e apresentar resultados acadêmicos compatíveis com esse estágio do conhecimento. Com esse sistema de transmissão a autonomia média foi atendida, além de atingir uns dos objetivos de se obter um conjunto compacto, removível, apresentando facilidade em seu transporte e ainda conseguir adapta-lo em outros tipos de cadeira não motorizadas. O CVT como esperado apresentou uma economia significativa de energia no projeto, atingindo mais um objetivo de atender a solicitação de transmissão que possibilitou a variação de velocidade suave e sem proporcionar desconforto ao usuário. O conjunto do sistema de transmissão ainda pode ser melhorado colocando um CVT de tração em cada roda, com um controle para acionamento simultâneo e diminuindo ainda mais o esforço do usuário, atendendo os requisitos da norma. Ao longo do desenvolvimento do projeto foram obtidos ótimos resultados e com esse sistema de transmissão a autonomia média do mercado foi atendida, além de atingir os objetivos de obter um conjunto compacto, removível, apresentando facilidade em seu transporte e ainda conseguir adapta-lo em outros tipos de cadeira não motorizadas presente no mercado. O CVT como esperado apresentou uma economia significativa de energia no projeto, atingindo mais um objetivo de atender a solicitação de transmissão que possibilitou a variação de velocidade suave e sem proporcionar desconforto ao usuário. Como projeto completo, indica-se um sistema de controle direcional da cadeira, proporcionando um raio de giro que garantirá melhor mobilidade ao usuário por meio de um joystick, além disso um sistema de freio poderá ser desenvolvido futuramente com objetivo de garantir uma desaceleração menos sensível ao condutor. O material utilizado na caixa do redutor deve ser adequado e a estrutura de fixação ao invés de aço galvanizado pode ser substituída por alumínio visando a diminuição de peso, porém deve-se verificar as relações de custo e benefício pois um dos objetivos principais é manter a viabilidade econômica do conjunto.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro 2004.98p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7176-6**: Determinação da velocidade máxima, aceleração e desaceleração de cadeiras de rodas motorizadas. Rio de Janeiro 2015.6p.

BRASIL, DOU, Diário Oficial da União - Seção 1 - 3/12/2004, Página 5, DECRETO Nº 5.296 DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004, **dá prioridade de atendimento às pessoas portadoras de deficiência**. 2004.

FALLBROOK. **How it works**. Disponível em:  
<<http://www.fallbrooktech.com/nuvinci-technology>>. Acessado em 25 de Setembro de 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA, **Klein Drive'Chair'1953**. Disponível em:  
<http://dr-dn.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/eng/view/object/?id=c155176f-88e0-453b-8d51-3ceda521a456>. Acesso 08 de outubro de 2016.

OLIVEIRA, R, F. EIRAS, V, P, A. **Cadeira de Esteiras para Pessoas com Necessidades Especiais**, trabalho de conclusão de curso, em Mecânica - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

SENAC. **Projeto Integrador**. Coleção de Documentos Técnicos do Modelo Pedagógico Senac, Senac – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial. Rio de Janeiro, 2015. 36 p.

WHEELCHAIRNET, **Wheeling in the New Millennium: The history of the wheelchair and the driving forces in wheelchair design today**. Disponível em:  
[http://wheelchairnet.org/wcn\\_wcu/slidelectures/sawatzky/wc\\_history.html](http://wheelchairnet.org/wcn_wcu/slidelectures/sawatzky/wc_history.html). Acesso 10 de maio de 2016.

WORTHPOINT, **Brushless Motor**. Disponível em  
<https://www.worthpoint.com/worthopedia/mamba-5400kv-brushless-18-motor-252660706>, acesso 15 maio 2017.