

ANÁLISE COMPUTACIONAL SOBRE UM ARO DE CADEIRA DE RODAS À PROPULSÃO ASSISTIDA

Luis Henrique Pereira de Almeida, luis-henrique1979@hotmail.com

Leandro Cardoso da Silva, leandro.cardoso@sp.senai.br

Carlos Cesar Pestana, carlos.pestana@sp.senai.br

Norberto Gonçalves, prof.norberto.neto@gmail.com

Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Simonsen, Rua Monsenhor Andrade, 298 - Brás - São Paulo/SP - CEP 03008-000

Resumo: A cadeira de rodas é um equipamento de extrema importância na vida de muitas pessoas e mesmo considerando todos os fatores que afetam a saúde do indivíduo que faz seu uso, ainda existem motivos que podem trazer efeitos colaterais, como os deslocamentos que, grande parte das vezes, provocam lesões e dores constantes nos membros superiores devido à elevada força realizada pelo usuário e pela repetição de movimentos da propulsão. Como toda alteração visa uma melhoria no modo de uso ou na ergonomia, a cadeira de rodas com propulsão assistida, portadora de motores elétricos que auxiliam o cadeirante durante a propulsão manual reduzindo a força necessária para a propagação, é uma nova modalidade de cadeira que vem sendo desenvolvida para diminuir esses impactos. Novas técnicas de controle e interação com o cadeirante podem melhorar o desempenho desta classe de cadeiras, tornando o dia a dia do usuário mais fácil. Sabendo disso, este trabalho propõe o projeto de um aro de propulsão de uma cadeira de rodas com tecnologia assistida, capaz de medir as forças tangenciais aplicadas pelo usuário para realimentação na malha de controle associada a estas estratégias. O componente principal do projeto é uma estrutura tubular instrumentada com extensômetros de ponte completa que conecta o aro de propulsão à roda. O material utilizado foi a liga de alumínio 7075 T6, geralmente utilizada em indústria aeroespacial, moldes e equipamentos mecânicos. O projeto foi desenvolvido utilizando o Solidworks para o modelamento 3D e o software ANSYS de análise em elementos finitos para verificação de resistência, rigidez e sensibilidade dos strain gages. Os resultados obtidos satisfazem as premissas do projeto e mostram que a resistência e a rigidez estão adequados frente às demandas mecânicas típicas durante a propulsão, sendo comprovado também por cálculos analíticos. Também foram obtidos resultados de microdeformações suficientes para os extensômetros detectarem em leitura.

Palavras-chave: Cadeira de rodas, propulsão assistida, elementos finitos

1. INTRODUÇÃO

O uso de cadeira de rodas para pessoas com deficiência motora pode melhorar a sua qualidade de vida pois proporciona mobilidade para as tarefas do dia a dia. Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 45 milhões de pessoas no Brasil possuem algum tipo de deficiência, e, dentre elas, cerca de 5 milhões de pessoas são usuárias de cadeira de rodas (Censo 2010). No entanto, embora seja usada por muitas pessoas, é considerada uma forma ineficiente de locomoção e leva a elevada incidência de lesões e dores nos membros superiores dos cadeirantes (Arva J et al., 2001; Waters, 1999; van den Woude et al., 2001; Boninger et al., 2002).

As cadeiras de rodas motorizadas reduzem os danos causados pelas cadeiras convencionais, mas não proporcionam o exercício dos membros superiores, que trazem diversos benefícios à saúde e são extremamente importantes. Sendo assim, são prescritas a pessoas que possuem um grau mais avançado de deficiência motora. Além disso, essas cadeiras são maiores e possuem maior massa que dificultam o transporte e limitam a mobilidade (Levy CE et al, 2004).

Para somar os benefícios à saúde proporcionados pela propulsão manual com a facilidade de locomoção da cadeira motorizada, foi desenvolvida uma categoria de cadeira de rodas designada de “Pushrim-activated power assisted wheelchairs (PAPAWs)” e que será chamado neste trabalho de cadeira de rodas manual com propulsão assistida (Guillon et al., 2015; Kloosterman et al., 2012), ou cadeira de rodas híbrida. Dessa forma, o cadeirante terá os benefícios cardiovasculares e musculoesqueléticos provenientes da propulsão manual e evitará as sobrecargas e possíveis lesões nos membros superiores. Estas cadeiras de rodas possuem motores que auxiliam o usuário, sem substituir a propulsão manual e grande parte das maneiras de controle do torque nas rodas necessita da determinação das forças tangenciais empregadas nos aros de propulsão.

Estudos mostram que esse tipo de cadeira auxilia a locomoção em terrenos acidentados ou em rampas e pavimentos com grama e carpete, reduzindo os esforços musculares dos membros superiores, pois possuem microcontroladores e

motores elétricos que auxiliam no deslocamento. No entanto, a performance em ambientes pequenos foi inferior em comparação com as cadeiras tradicionais, gerando dificuldades para realizar manobras como curvas, *wheelie*, que é uma habilidade que o cadeirante deve desenvolver para poder ultrapassar obstáculos deixando as rodas dianteiras suspensas, e abertura de portas (Guillon et al., 2015; Kloosterman et al., 2015). A partir dos problemas indicados, percebe-se uma possibilidade de melhoria na programação do controle e na interação com o usuário.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma maneira de medir a força tangencial no aro de uma cadeira de rodas que será adaptada com motores elétricos e um sistema de controle para reduzir a força necessária para a propagação. Para isso, foi proposta uma forma de fixação através de um eixo tubular que será instrumentado com *strain gages* e que irá conectar o aro à roda da cadeira, e permitirá a medição do torque aplicado pelo cadeirante no aro através das microdeformações obtidas pelos extensômetros. O projeto foi desenvolvido utilizando o software Solidworks para o modelamento 3D e o ANSYS para a análise em elementos finitos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os principais tipos de cadeiras de rodas são: cadeira de rodas com propulsão manual e motorizada. As cadeiras com propulsão manual trazem benefícios à saúde do usuário pois exigem atividades musculares nos membros superiores e apresentam um baixo custo, comparado às outras cadeiras. No entanto, a incidência de lesões nos punhos, cotovelos e ombros ficam entre 25% e 80% e, além disso, estudos indicam que essas dores aumentam com o tempo de uso da cadeira e a capacidade cardiopulmonar tende a diminuir com a idade, prejudicando ainda mais a mobilidade (Cooper et al., 2002).

As cadeiras motorizadas, são indicadas para pessoas que não podem conduzir uma cadeira de rodas manual, ou seja, são recomendadas para usuários com lesão na medula, tetraplégicos ou paralisia cerebral, pois são fáceis de conduzir. No entanto, esses tipos de cadeiras possuem desvantagens, como o seu peso e tamanho, e também não proporcionam benefícios à saúde, já que não é necessário esforço para se movimentar, e, devido a isso, pode agravar o sedentarismo e causar atrofia muscular nos membros superiores, e para o incentivo aos exercícios físicos, é necessário fisioterapia e acompanhamento médico constante, além de serem mais caras que as cadeiras convencionais.

Já as cadeiras híbridas, foram desenvolvidas para estimular a atividade física dos usuários e diminuir a possibilidade de lesões nos ombros, punhos e cotovelos, causadas pelo excesso de força e pelos movimentos repetitivos, mas ainda é de pouco acesso às pessoas, pois possui um custo ainda mais elevado.

2.1. Funcionamento da Cadeira de Rodas com Propulsão Assistida

A cadeira de rodas manual com propulsão assistida ou híbrida, possui como componentes uma bateria, dois aros com sensor de torque ("*Torque Sensing Pushrim*"), e normalmente dois motores elétricos incorporados aos cubos das rodas ("*In-hub motor*"), conforme Fig.1.

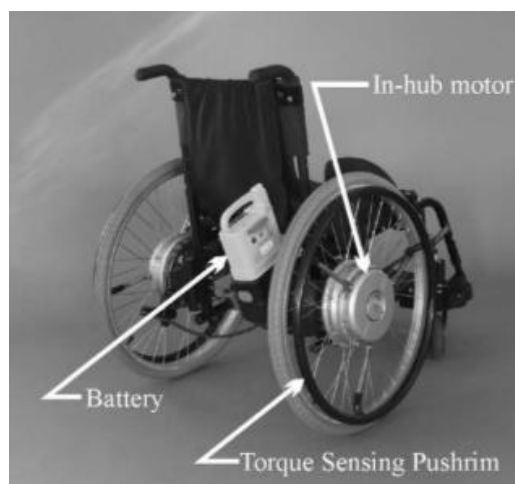


Figura 1. Componentes principais de uma cadeira de rodas de propulsão assistida

No modelo mostrado na figura 1, o torque que é aplicado no aro de propulsão ativa a cadeira e faz com que os motores apliquem torque às rodas. Um conjunto de molas de compressão linear regula esta força e o deslocamento é registrado por um potenciômetro que detecta o movimento relativo entre a força e o cubo, onde está localizado o motor elétrico. Os sinais do potenciômetro das rodas são lidos por um microcontrolador a partir de sensores, que está presente em um

compartimento próximo à bateria. Esse microcontrolador possui um algoritmo que coordena o controle do motor de cada roda, que está conectado a uma transmissão presente dentro do cubo. Todo o sistema é alimentado por uma bateria, e as rodas possuem eixos que podem ser desmontados e adaptados em cadeiras manuais, com algum hardware personalizado (Cooper RA et al., 2002).

Estudos mostram que esse tipo de cadeira de rodas aumenta significativamente a eficiência mecânica em aproximadamente 80% quando comparadas às cadeiras de rodas tradicionais. Além disso, pessoas que utilizaram essas cadeiras reportaram mais facilidade para subir em rampas e para deslocamentos mais longos com velocidades mais elevadas, sem relatarem cansaço ou fadiga (Arva J et al., 2001; Fitzgerald SG et al., 2003).

3. PROJETO MECÂNICO

Para a mensurar a força tangencial, foram realizadas modificações entre o aro e a roda, para transformar em isostática a estrutura que inicialmente era hiperestática. A ideia foi conectar o aro por meio de um eixo tubular para transmitir os esforços aplicados à roda, conforme mostrado na Fig. 2.



Figura 2. Montagem do aro na roda

Os extensômetros serão instalados no eixo do aro, e este é conectado à roda através de uma rosca. O diâmetro externo foi determinado por meio de simulações em elementos finitos e análises realizados na seção 4. Dessa forma, pode-se medir o momento torçor que irá passar pela estrutura tubular e estimar a força tangencial aplicada no aro, já que o seu raio é conhecido e com as medições dos *strain gages* pode-se determinar as tensões.

Para que os extensômetros possam medir deformações associadas ao momento torçor, foi necessário ajustar a espessura da parede para que possa ser atingido uma sensibilidade suficiente, de acordo com a análises e simulações. Além disso, foi necessário que o comprimento do eixo fosse o suficiente para que as medições não fossem afetadas pelos efeitos de borda, que são alterações de diâmetro ou mudança de geometria, conforme mostrado na Fig. 3.

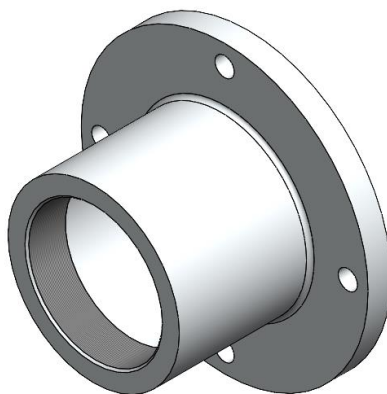


Figura 3. Eixo do aro de propulsão

Por apresentar boas propriedades mecânicas e ser leve para o fácil manuseio, foi selecionada a liga de alumínio 7075 T6, que além disso, apresenta excelente grau de polimento e brilho e boa usinabilidade.

Os aros de propulsão utilizados no desenvolvimento do projeto são de uma cadeira de rodas convencional, fabricado com geometria tubular de alumínio, com 22 polegadas de diâmetro. A montagem da estrutura se dá por meio de quatro

barras de alumínio com diâmetro de 9 mm que irão suportar as forças tangencial e médio-lateral típicas e evitar grandes deslocamentos do aro, conforme dimensionamento feito pelas simulações na seção 4, e que serão soldadas no aro e usinadas para encaixar no eixo, e em seguida fixadas através de parafusos, facilitando ajustes e a montagem, conforme mostrado na Fig. 4.

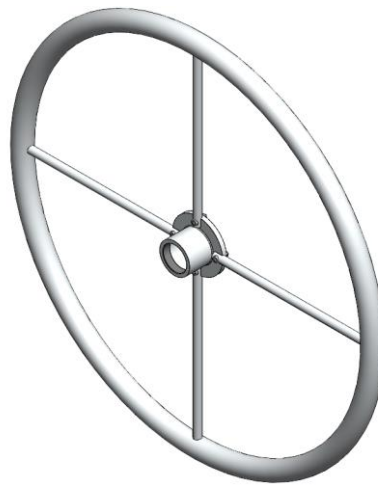


Figura 4. Aro de propulsão

4. SIMULAÇÕES NO ANSYS

Após o projeto mecânico do aro no Solidworks, foi necessário validar o comportamento do aro ao serem aplicadas as forças, através de análises em elementos finitos. Durante a propulsão, a força aplicada apresenta três componentes: uma tangencial, uma radial e uma médio-lateral. A Tabela 1 reproduz os valores típicos reportados em van Drongelen et al. (2013) para diferentes velocidades médias típicas de locomoção com cadeiras de rodas.

Tabela 1. Variação da velocidade em função da força aplicada no aro de propulsão			
	0,83 m/s	1,11 m/s	1,38 m/s
Work [J]	35,5 (26,4-37,5)	32,7 (26,0-36,9)	30,1 (27,8-36,0)
F_{tot} [N]	52,3 (49,5-68,5)	52,6 (45,3-62,1)	49,3 (44,6-56,2)
F_{tan} [N]	44,6 (41,0-58,1)	44,5 (40,2-55,8)	41,2 (37,6-50,5)
F_{rad} [N]	25,7 (22,6-30,4)	21,7 (16,7-25,8)	21,8 (12,8-29,0)
F_{lat} [N]	-7,5 (-13,8 to -3,5)	-8,5 (-12,8 to -4,8)	-8,0 (-12,3 to -4,1)

Para a análise, foram consideradas as forças para a velocidade de 0,83 m/s, pois são as maiores. Os intervalos observados se referem ao “*Interquartile range*”, ou seja, são os quartis que dividem o conjunto de dados adquiridos em um experimento em quatro partes iguais, e com isso, 25% dos valores coletados estão entre o valor mínimo e a mediana, e os outros 25% dos dados estão entre a mediana e o maior valor. No entanto, para considerar as forças elevadas quando uma pessoa se locomove em uma rampa, essas forças foram aumentadas em 70%, ficando próximas dos valores característicos para inclinações de 4° reportados em van Drongelen et al. (2013). Este aumento também retrata um coeficiente de segurança para garantir que o sistema irá suportar as cargas em testes experimentais, resultando em:

- Força tangencial: 76 N;
- Força radial: 44 N;
- Força médio-lateral: 13 N.

Para as condições de contorno, foi considerada como engastada a região onde a estrutura tubular é rosqueada na roda, e foi selecionado um ponto no aro que receberá a força de propulsão, sendo tomado como base o conjunto de coordenadas cilíndricas para especificar a direção e o sentido das três componentes da força.

Como o objetivo é analisar o comportamento do eixo e das barras, foi utilizada uma malha com elementos mais refinados somente nesses componentes, deixando a malha do aro mais grosseira já que não é um componente projetado, pois existe padrão de mercado e suas deformações não interferem neste estudo.

Os resultados que foram analisados no eixo são as deformações e a tensão equivalente de Von-Mises. Para as barras, foram analisados os valores dos deslocamentos, pois é necessário que durante a propulsão, o aro desloque-se o mínimo possível, e também as tensões de Von-Mises, para garantir que não haja deformação plástica.

4.1 Resultados das Simulações

Após serem realizadas todas as etapas da simulação, foram obtidas as tensões equivalentes de Von-Mises e as deformações na região do eixo onde serão instalados os *strain gages*. Nas barras, foram obtidos os deslocamentos, e conforme mostrado na Fig. 5, o máximo deslocamento foi de 1,4 mm, o que representa um deslocamento pequeno e admissível para esta aplicação.

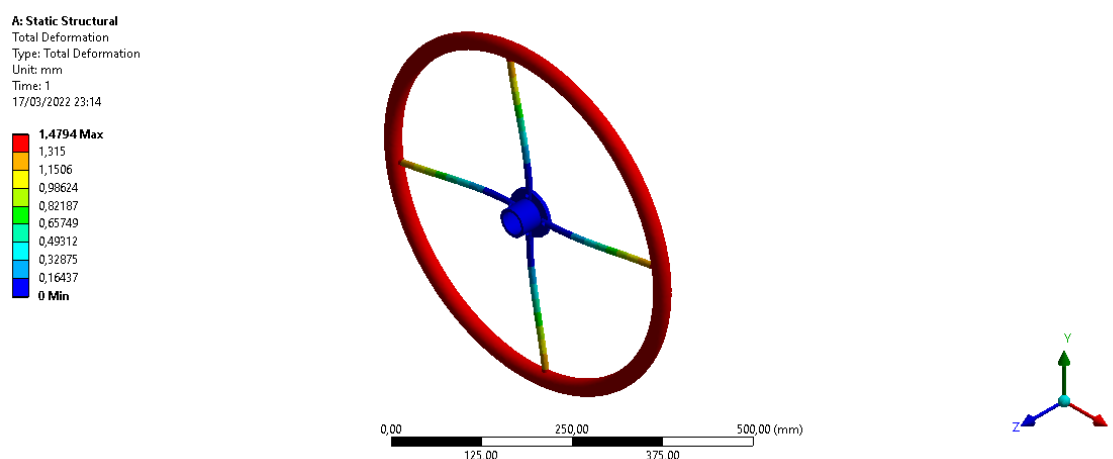


Figura 5. Deslocamento no aro de propulsão

A plotagem das tensões equivalentes de Von-Mises mostra que a máxima tensão é de 42 MPa nas barras, ficando bem abaixo do escoamento do material empregado, conforme mostrado na Fig. 6. Isso mostra que o aro possui resistência o suficiente para suportar as forças típicas aplicadas pelo usuário.

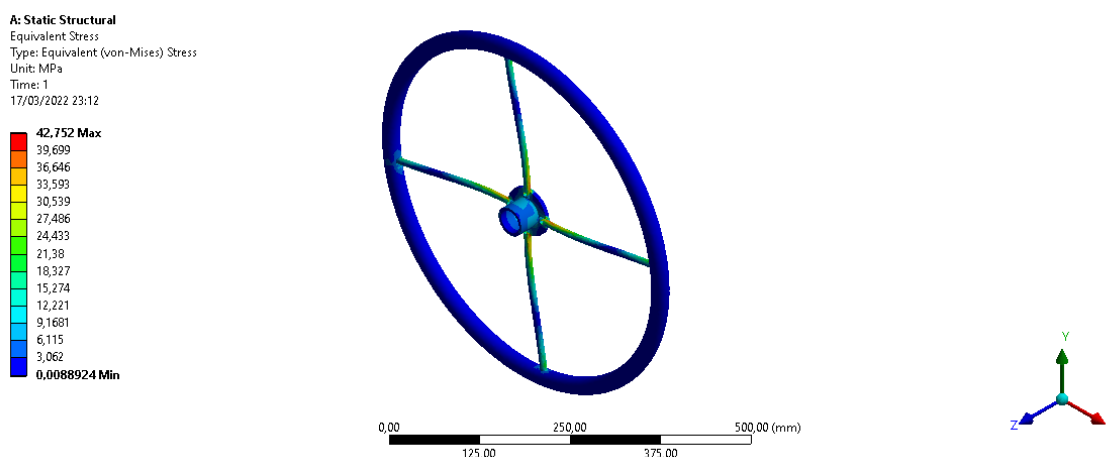


Figura 6. Tensão equivalente (von-Mises) no aro de propulsão

Analisando a plotagem das tensões no eixo, nota-se que as tensões máximas estão próximas aos furos para os parafusos, como era de se esperar, já que são regiões de concentração de tensão, mas que estão abaixo do limite de escoamento, conforme mostrado na Fig. 7.

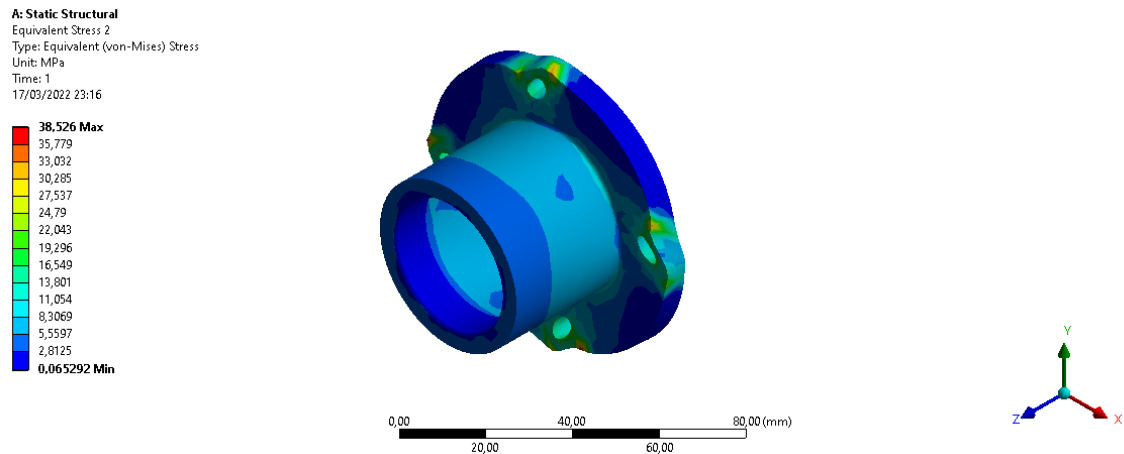


Figura 7. Tensão equivalente (von-Mises) na estrutura tubular

Para que os *strain gages* possam fazer uma leitura das deformações causadas pelo torque que passa pelo eixo, foi necessário que a espessura da parede da estrutura fosse de 2 mm e para suportar os esforços, o diâmetro externo do eixo foi de 44,5 mm. O comprimento foi definido com 40 mm e a rosca que conecta o aro à roda, com 10 mm de comprimento e 34,7 mm de diâmetro. A região onde são fixadas as barras possui 74,5 mm de diâmetro.

A plotagem das deformações do eixo, conforme Fig. 8, mostra que na região onde será instrumentada, com coloração predominantemente verde, as deformações são de aproximadamente 85 μd (microdeformações), que são o suficiente para realizarem a leitura.

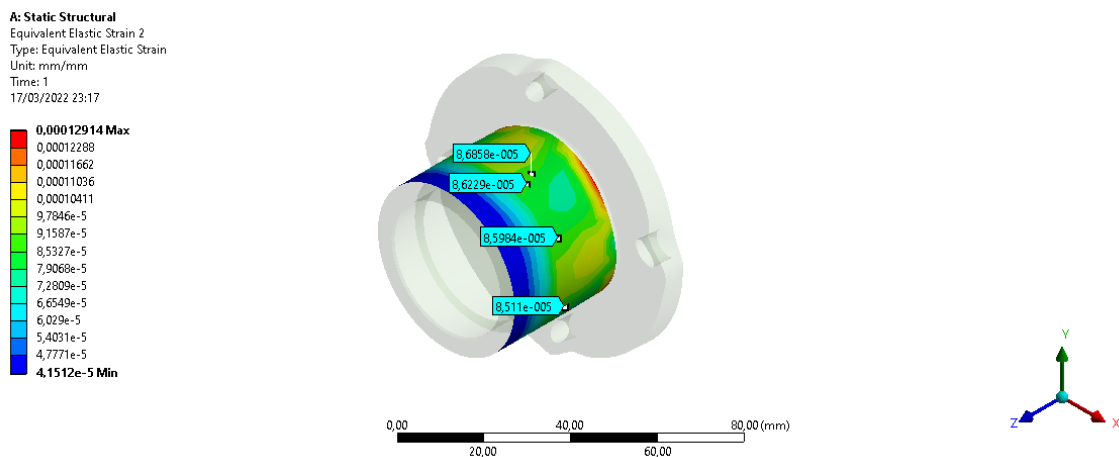


Figura 8. Deformações na estrutura tubular

4.2 Extensometria

Os *strain gages* são transdutores cuja resistência elétrica varia com a sua deformação e são capazes de medir pequenas deformações no local do corpo no qual são instalados. A eletrônica de aquisição é responsável por estimar a variação da resistência do extensômetro e, consequentemente, a deformação que ocorre no local em que este é colocado.

A medição é realizada por meio de uma ponte de *Wheatstone* conforme Fig. 9, que mostra a configuração em ponte completa, no entanto, pode apresentar outras configurações, como $\frac{1}{2}$ ponte, $\frac{1}{4}$ ponte e ponte diagonal, que apresentam números diferentes de *strain gages* ativos.

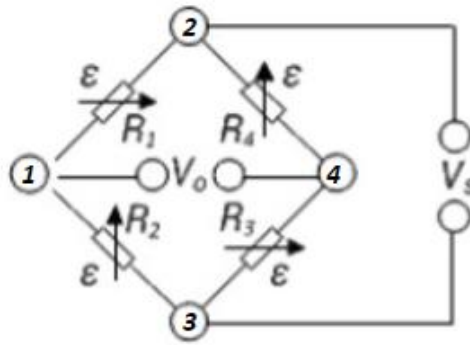


Figura 9. **Ponte de Wheatstone**

As resistências R_1 à R_4 mostradas na Fig. 9 são os *strain gages*. Os pontos 2 e 3 são as conexões para a tensão de excitação V_s e nos pontos 1 e 4, são obtidos os sinais de medição através da tensão de saída V_0 (Hottinger Brüel & Kjaer, 2020). Neste projeto, a determinação da força tangencial aplicada no aro será realizada através da configuração ponte completa, que apresenta quatro *strain gages* posicionados à 45° em relação ao eixo longitudinal, e por ter um espaço limitado para a instalação, a instrumentação será feita conforme mostrado na Fig. 10.

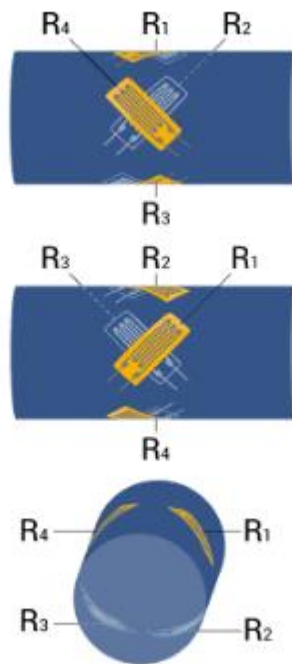


Figura 10. **Posicionamento dos *strain gages***

Como o aro estará em rotação, não será possível utilizar os módulos de aquisição convencionais para que a fiação que liga os extensômetros ao módulo não atrapalhe o giro do aro, portanto, os *strain gages* serão conectados a um transmissor sem fio *WISER 4000* da *TECAT Performance Systems*, que é um sistema de sensor de torque extremamente preciso, e que enviará os dados de torque obtidos através das leituras de deformação para o microcontrolador. Um exemplo de montagem do sistema é mostrado na Fig. 11. Este sistema também possui acelerômetros capazes de medir a aceleração nos eixos x , y e z .

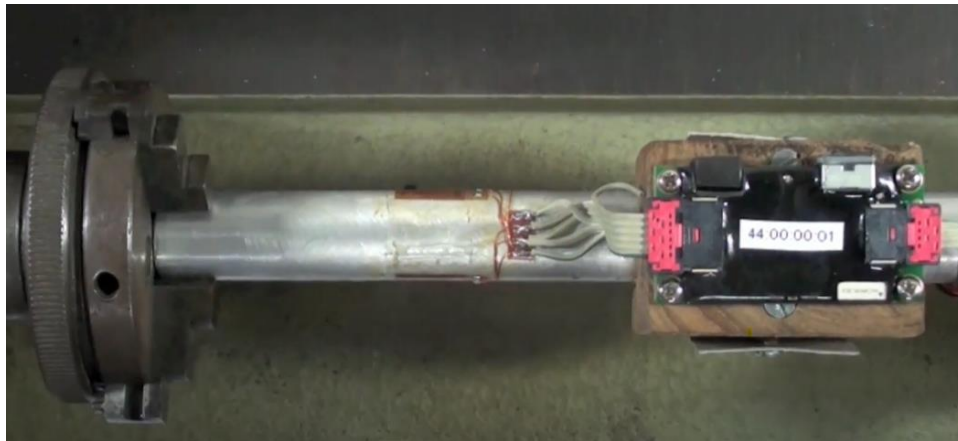


Figura 11. Sistema de sensor de torque

A deformação em um tubo sujeito ao momento torçor com esta configuração é calculada conforme a Eq. 1.

$$\varepsilon = \frac{8 \cdot T \cdot D}{G \cdot \pi \cdot (D^4 - d^4)} \quad (1)$$

onde: T é o torque aplicado, D é o diâmetro externo do eixo, d é o diâmetro interno do eixo e G é o módulo de elasticidade transversal do alumínio, calculado conforme a Eq. 2.

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \quad (2)$$

onde: E é o módulo de Young, no valor de 75000 MPa e ν é o coeficiente de Poisson, de 0,3. Substituindo estes valores na Eq. 2, tem-se que o módulo de elasticidade transversal do alumínio é de 28846 MPa.

Sabendo-se que o raio do aro é de 279,4 mm e a força tangencial considerada de 76 N, tem-se o momento de 21234 N.mm passando pelo eixo tubular. Substituindo este valor e os diâmetros definidos na Eq. 1, a deformação medida pelos *strain gages* é de 68 μ d. Comparando este valor com os obtidos pelas simulações percebe-se uma pequena variação, causada pelo efeito das forças radial e médio-lateral, que não são consideradas no cálculo analítico.

5. CONCLUSÃO

O objetivo do desenvolvimento das cadeiras de rodas com propulsão assistida é melhorar a qualidade de vida das pessoas que são portadoras de deficiência motora, reduzindo os problemas causados por movimentos repetitivos e por altas cargas para a locomoção.

Por ser uma nova modalidade de cadeira de rodas, alguns problemas durante seu uso são identificados, como a manobrabilidade em ambientes confinados, indicando que existem possibilidades de melhorias.

O projeto desenvolvido para a instrumentação dos extensômetros, a partir de um eixo tubular que conecta o aro à roda, foi uma forma simples para atingir o objetivo. O projeto foi elaborado com o auxílio de softwares CAD e CAE. Os resultados das simulações mostram que a solução permite medir as forças tangenciais típicas aplicadas em cadeiras de rodas de acordo com a literatura, garantindo a resistência e a rigidez adequadas nas condições usuais de trabalho. Além disso, os resultados mostram que as deformações são suficientes para que extensômetros possam fazer a leitura adequada.

Com este estudo, é possível construir um protótipo do aro e comprovar através de testes práticos os resultados obtidos por simulação e analiticamente, e além disso, desenvolver um projeto elétrico e eletrônico de aquisição para testes e melhorias nas malhas de controle desta modalidade de cadeiras, já que o torque aplicado no aro será conhecido.

6. REFERÊNCIAS

- Arva J, Fitzgerald SG, Cooper RA, Boninger ML. “Mechanical efficiency and user power requirement with a pushrim activated power assisted wheelchair”. Med Eng Phys 2001; 23:699-705.
- Boninger, M. L., Souza, A. L., Cooper, R. A., Fitzgerald, S. G., Koontz, A. M., & Fay, B. T. (2002). “Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion”. Archives of physical medicine and rehabilitation, 83(5), 718-723.

- Censo 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9749&t=destaques>>. Último acesso em: 18/01/2022.
- Cooper RA, Corfman TA, Fitzgerald SG, et al. "Performance assessment of a pushrim- activated power-assisted wheelchair control system". IEEE Trans Control Syst Technol 2002;10: 121-6.
- Fitzgerald SG, Arva J, Cooper RA, Dvorznak MJ, Spaeth DM, Boninger ML. "A pilot study on community usage of a pushrimactivated, power-assisted wheelchair". Assist Technol 2003;15: 113-9.
- Guillon, B et al. (2015). "Evaluation of 3 pushrim-activated power-assisted wheelchairs in patients with spinal cord injury." Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 96(5), 894-904.
- Hottinger Brüel & Kjaer. "O Circuito de Ponte de Wheatstone". Disponível em: <<https://www.hbm.com/pt/7163/circuito-de-ponte-de-wheatstone/>>. Último acesso em: 07/06/2022
- Kloosterman, M. G., Buurke, J. H., De Vries, W., Van Der Woude, L. H., Rietman, J. S. (2015) "Effect of power-assisted hand-rim wheelchair propulsion on shoulder load in experienced wheelchair users: A pilot study with an instrumented wheelchair". Medical Engineering & Physics, Elsevier BV, v. 37(10), 961–968.
- Kloosterman, M.M.G., Snoek, G.J., van der Woude, L.H.V., Buurke, J.H., Rietman, J.S. (2012) "A systematic review on the pros and cons of using a pushrim-activated powerassisted wheelchair". Clinical Rehabilitation, 27(4), 299-313.
- Levy CE, Chow JW, Tillman MD, Hanson C, Donohue T, Mann WC. "Variable-ratio pushrim-activated power-assist wheelchair eases wheeling over a variety of terrains for elders". Arch Phys Med Rehabil 2004; 85:104-12.
- Tecat Performance system. "WISER Technical Data". Disponível em: <<https://tecatperformance.com/wiser-data/>>. Último acesso em: 07/06/2022
- Van der Woude, L. H. V., Veeger, H. E. J., Dallmeijer, A. J., Janssen, T. W. J., & Rozendaal, L. A. (2001). "Biomechanics and physiology in active manual wheelchair propulsion." Medical Engineering & Physics, 23(10), 713-733.
- van Drongelen, Stefan; Arnet, Ursina; Veeger, DirkJan (H E. J); van der Woude, Lucas. "Effect of workload setting on propulsion technique in handrim wheelchair propulsion." Med Eng Phys 2013.
- Waters, R. L., & Mulroy, S. (1999). "The energy expenditure of normal and pathologic gait." Gait & Posture, 9 (3), 207-231.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

COMPUTATIONAL ANALYSIS IN AN ASSISTED WHEELCHAIR RIM

Luis Henrique Pereira de Almeida, luis-henrique1979@hotmail.com

Leandro Cardoso da Silva, leandro.cardoso@sp.senai.br

Carlos Cesar Pestana, carlos.pestana@sp.senai.br

Norberto Gonçalves, prof.norberto.neto@gmail.com

Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Simonsen, Rua Monsenhor Andrade, 298 - Brás - São Paulo/SP - CEP 03008-000

Abstract. *Displacements with wheelchairs, most of the time, cause injuries to the upper limbs due to the high force performed by the user and the repetitive movement of propulsion. The wheelchair with assisted propulsion, equipped with motors that help the wheelchair user during manual propulsion, is a new modality that has been developed to reduce these impacts. New control and interaction techniques with the wheelchair user can improve the performance of this class of chairs, making the user's day to day easier. Knowing this, this work proposes the design of a rim of a wheelchair with assisted propulsion, capable of measuring the tangential forces applied by the user for feedback in the control loop associated with these strategies. The main component of the project is a tubular aluminum structure instrumented with strain gauges that connects the propulsion rim to the wheel, designed using Solidworks and the finite elements software ANSYS to verify the strength, rigidity and sensitivity of the strain gages. The results obtained satisfy the design assumptions and show adequate strength and rigidity in the face of typical mechanical demands during propulsion, which is also confirmed by analytical calculations.*

Keywords: *Wheelchair, assisted propulsion, finite elements*