

PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRANSMISSÃO POR ENGRENAGEM PLANETÁRIA EM UMA CADEIRA DE RODAS

Gustavo André Grunitzhy¹
Paulo Vicari²

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo realizar uma proposta de um sistema de transmissão por correntes para cadeira de rodas. Atualmente os usuários de cadeiras de rodas acabam sofrendo muito com a sua locomoção devido ao esforço feito e até mesmo os desníveis e locais de difícil acesso, baseando-se nisso foi elaborada a proposta fruto deste estudo, visando que o usuário possa se locomover sem que necessite realizar fazer muito esforço. O sistema é baseado em engrenagens que serão acopladas nas rodas onde uma será colocada juntamente ao aro na parte maior da roda e as outras engrenagens serão acopladas uma no meio da roda e outras na diagonal direita, para que o sistema possa funcionar com duas correntes uma que irá da parte maior da roda até a diagonal e outra da diagonal até o centro da roda.

Palavras-chaves: Cadeiras de Rodas. Engrenagens. Correntes.

1 INTRODUÇÃO

Os engenheiros cientistas da reabilitação tem o desafio de inovar e fazer ajustes nas configurações das cadeiras de rodas para que os portadores de necessidades especiais sofram cada vez menos com o esforço que é requerido no seu dia a dia. Alguns estudos da biomecânica comprovam que técnicas de propulsão são eficientes, proporcionam diminuição das lesões e aumentam o desempenho (SILVA, 2009).

Segundo Silva (2009) portadores de necessidades especiais têm preferência por cadeiras de rodas que tem aros maiores na parte dianteira, pois o seu deslocamento se torna mais fácil. Cita também que as principais articulações que sofrem com esforço são: ombros, cotovelos e punhos.

A partir dessas questões viu-se que como uma solução imediata a participação de locais onde acontecem formas de treinamentos para os membros superiores e músculos respiratórios, esse treinamento consiste em exercícios de aquecimento, fortalecimento muscular e alongamentos (BORTOLLOTTI, 2011).

Percebe-se a dificuldade e os obstáculos dos portadores de necessidades especiais que fazem o uso de cadeira de rodas, tendo em vista os altos custos de uma cadeira de rodas

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: gutoagru@unochapeco.edu.br

² Docente do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: Paulo.vicari@yahoo.com

motorizada, pensou-se em criar uma adaptação de um sistema mecânico que possibilite gerar um torque maior que reduzirá a força aplicada pelo usuário.

Desse modo, este estudo busca a resposta para a seguinte questão: desenvolver um sistema com menor esforço aplicado pelo usuário será viável? Com o propósito de gerar uma inovação incremental em um sistema antigo que auxiliará grande parte dos usuários de cadeiras de rodas, que não tem condições financeiras para obter uma cadeira motorizada. Diante do exposto, buscou-se avaliar o porquê aplicar a acessibilidade para os deficientes físicos, e qual a vantagem desse novo sistema em cadeiras de rodas e de que forma será aplicado o sistema de transmissão por correntes.

Este estudo tem como objetivo desenvolver um sistema de transmissão de correntes adaptado em uma cadeira de rodas através de cálculos e definição de materiais que tenham custo/benefício para o usuário final, visando avaliar quais são os esforços realizados pelos usuários de cadeira de rodas, dimensionando o sistema de transmissão por correntes para a mesma gerando um menor esforço por parte do usuário, avaliar a viabilidade técnica de adaptação do projeto e avaliar a viabilidade financeira do mesmo.

Com a implementação desse projeto, adaptando-se o mesmo a um sistema antigo irá auxiliar grande parte dos portadores de necessidades especiais, usuários de cadeiras de rodas, que não tem condições financeiras de obter uma cadeira motorizada, este mesmo sistema irá facilitar a locomoção dos usuários, visto que inúmeras vezes deparam-se com locais onde o acesso é difícil e não conseguindo adentrar, inclusive para necessidades básicas do cidadão.

2 A ENGENHARIA PERANTE A ACESSIBILIDADE

Pessoas com deficiência enfrentam dificuldades diárias, sendo principalmente ligado a problemas de acessibilidade, termo esse que é considerado para sugerir condições de acesso para pessoas com deficiência. As pessoas com deficiência têm direito à acessibilidade encaixando-se nos direitos humanos e de cidadania, ou seja, um direito universal e de igualdade. A falta de acessibilidade adequada dificulta a vida dos deficientes físicos (WAGNER, *et al.* 2010).

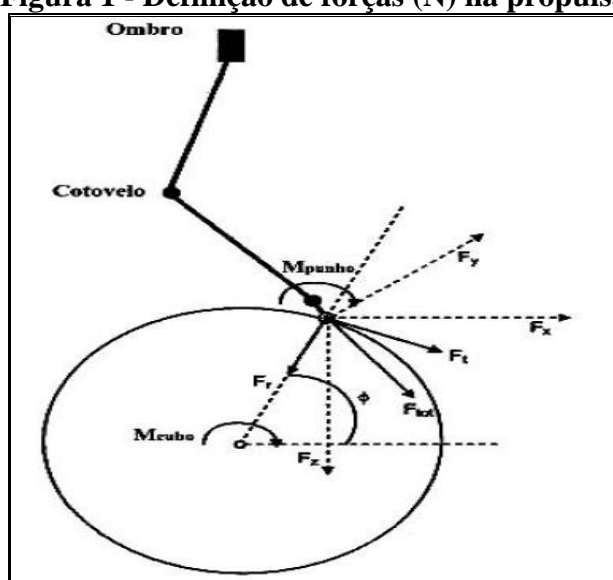
Na atualidade, ainda é comum existir preconceito em relação aos deficientes físicos, busca-se acreditar que ainda terá inclusão social, onde todas as pessoas serão tratadas da mesma forma, tendo respeito e apoio.

2.1 MODO OPERANTE DA CADEIRA DE RODAS

Os veículos de locomoção individual que melhor atendem pessoas com mobilidade reduzida, ainda são as cadeiras de rodas. Estes equipamentos foram criados primeiramente com uma tecnologia de propulsão manual, na qual o impulsor realizado pelos braços ou por outra pessoa deslocava o equipamento para frente.

De acordo com Santos (2013), a cadeira de rodas pode ser conduzida de duas formas diferentes sendo: a forma circular e a forma de condução de bombeamento. Isto se dá porque cada usuário do equipamento adapta-se a um padrão de propulsão, que diz respeito ao movimento dos membros superiores nas rodas da cadeira, podendo ser em semicírculo, laço, *looping*³ duplo e arco.

Figura 1 - Definição de forças (N) na propulsão do aro da cadeira de rodas



Fonte: Adaptado de Silva (2009).

Podemos observar na Figura 1 que a aplicação da força tangencial nos levaria a uma contradição, pois a articulação do cotovelo esta estendida enquanto ao mesmo tempo o momento flexor deveria ser gerado de forma mecânica, gerando resultados satisfatórios, quando incluída a força não tangencial conseguimos evitar tal contradição.

Segundo Boninger *et al* (1997) *apud* Silva (2009), correlacionando-se a curva de força versus o tempo, consegue-se calcular a frequência máxima de elevação para Ft, Fr e Fy,

³Looping: círculos em espiral.

parâmetros estes escolhidos para identificar possíveis picos de impactos e assumidos representando valores que podem relacionar-se com mecanismos que lesionam.

Ainda segundo Boninger (1999) *apud* Silva (2009), relacionou que a taxa de elevação das forças com o nervo mediano, significa que as pessoas acabavam tocando as mãos rapidamente nos aros da cadeira de rodas quando da propulsão e conseqüentemente poderiam desenvolver um grande risco de STC.

2.2 CÁLCULO RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO

Relação de transmissão é um movimento gerado pela força de rotação exercido em um ponto para outro como por meio de correntes e correias, por exemplo, engrenagens e corrente de uma bicicleta.

Segundo Melconian (1999), para obtermos redução da velocidade da transmissão, o pinhão deverá acionar a coroa, logo para ampliação de velocidade a coroa deve acionar o pinhão.

Para calcular a relação de transmissão, Melconian (1999) apresenta a fórmula 1:

$$I = \frac{D2}{D1} = \frac{W1}{W2} = \frac{F1}{F2} = \frac{N1}{N2} = \frac{MT2}{MT1} \quad (1)$$

Onde temos:

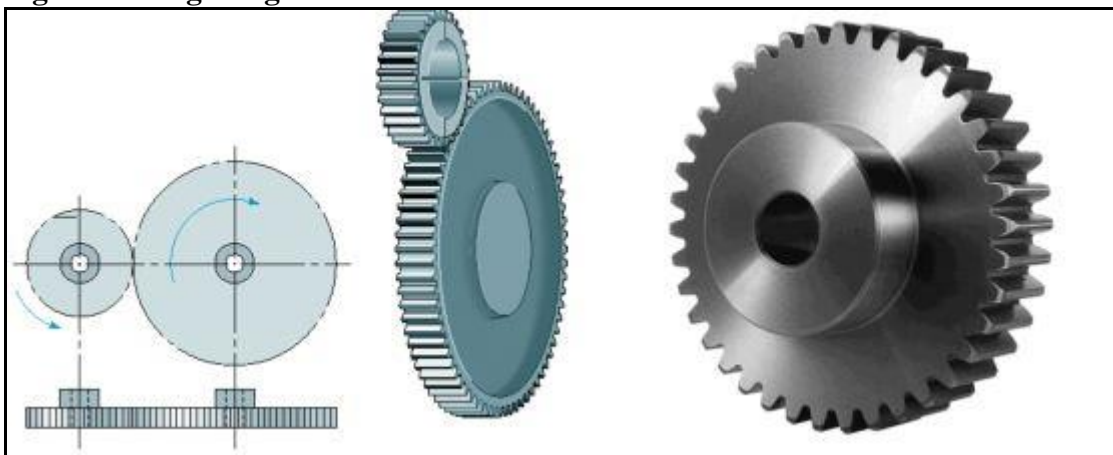
- I = Relação de transmissão;
- D1 = Diâmetro da polia 1;
- D2 = Diâmetro da polia 2;

2.3 TIPOS DE ENGRENAGENS

2.3.1 Engrenagens Cilíndricas

As engrenagens cilíndricas possuem duas formas que são: dentes retos e dentes helicoidais. Nas engrenagens de dentes retos, os dentes são paralelos ao eixo de rotação e transmite somente movimento entre eixos, elas são o modelo mais simples, de maior economia e os mais comuns disponíveis (MENDES, 2012).

Figura 2 - Engrenagens de Dentes Retos

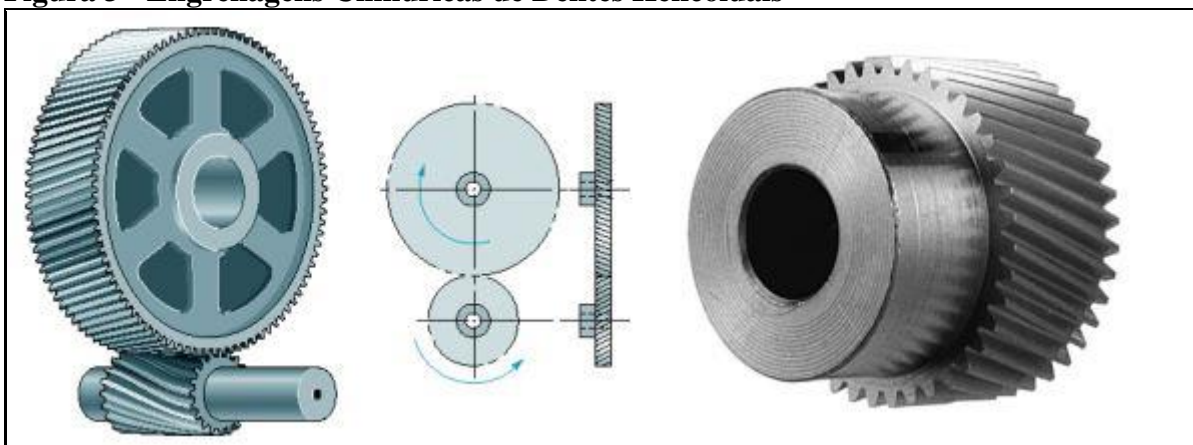


Fonte: Elementos de Máquinas II, Mendes (2012).

Nas engrenagens de dentes helicoidais o movimento é o mesmo das engrenagens de dentes retos, mas com inúmeras vantagens que são: transmissão de maior potência perante a engrenagem de dentes retos, as mesmas são silenciosas e transmite uma maior velocidade. As mesmas têm dentes inclinados em relação ao eixo de rotação podendo transmitir movimento entre eixos paralelos ou cruzados, normalmente em 90° (MENDES, 2012).

Sabe-se que as engrenagens helicoidais não têm somente vantagens, os inconvenientes desse modelo de engrenagem podemos citar o desgaste maior do que as de dentes retos necessitam de maior lubrificação e são mais dispendiosas (MENDES, 2012).

Figura 3 - Engrenagens Cilíndricas de Dentes Helicoidais



Fonte: Elementos de Máquinas II, Mendes (2012).

Ainda segundo Mendes (2012) para que se possa efetuar o cálculo entre a distância dos eixos devemos aplicar a equação 2.

$$C = \frac{d_p + d_g}{2} = r_p + r_g \quad (2)$$

onde temos C é a distância entre os eixos da duas rodas, d_p é o diâmetro primitivo do pinhão, d_g é o diâmetro primitivo da roda, r_p é o raio primitivo do pinhão e r_g é o raio primitivo da roda.

Continuando no mesmo raciocínio de Mendes (2012), para o cálculo do módulo, que é a relação entre o diâmetro primitivo e o número de dentes de uma engrenagem. O módulo é a base para se dimensionar as engrenagens no sistema internacional, sendo assim, para que se possa calcular o módulo utiliza-se a equação 3 conforme abaixo:

$$m = \frac{d}{N} = \frac{d_p}{N_p} = \frac{d_g}{N_g} \quad (3)$$

Para o cálculo do passo diametral Mendes (2012), nos exemplifica que é a razão entre o número de dentes da engrenagem e o diâmetro primitivo, ou seja, o inverso do módulo, para cálculo do mesmo utiliza-se a equação 4

$$P = \frac{N}{d} = \frac{N_p}{d_p} = \frac{N_g}{d_g} \leftrightarrow P = \frac{1}{m} \quad (4)$$

Figura 4 - Tamanhos dos Dentes em Usos Gerais

Passo diametral P [dentes/polegada]	
Grosso	2, 2 $\frac{1}{4}$, 2 $\frac{1}{2}$, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16
Fino	20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 96, 120, 150, 200
módulo, m [mm]	
Preferidos	1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50
Próxima escolha	1.125, 1.375, 1.75, 2.25, 2.75, 3.5, 4.5, 5.5, 7, 9, 11, 14, 18, 22, 28, 36, 45

Fonte: Elementos de Máquinas II, Mendes (2012).

2.4 TRENS DE ENGRENAGEM

Os trens de engrenagem existem há muitos anos e fazem analogia com o sistema solar, e usualmente são chamados de trens planetários ou de trens de engrenagens planetárias. Devido a ser chamado como planetário, a engrenagem central é chamada de solar e as demais que giram em torno dela são chamadas de satélites (AMARAL, 2000).

Trem de engrenagem é o duas ou mais rodas dentadas que estão interligadas entre si. O trem de engrenagem simples é aquele onde cada eixo têm somente uma engrenagem, neste modelo usualmente é utilizado para relações de transmissão até para relações maiores,

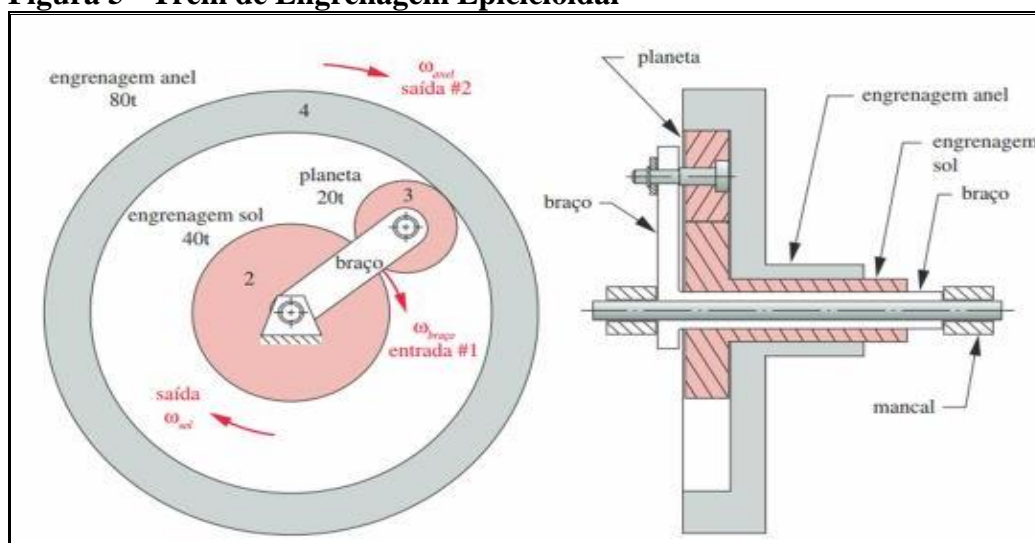
identificam-se por terem pelo menos um par de engrenagens que são transportadas pelo mesmo eixo (MESQUITA, 2016).

Já, os trens de engrenagem epicíclicos, ou mais conhecidos como planetários, possuem uma ou mais engrenagens que são montadas em eixos movimentando-se relativamente ao sistema. Este sistema possui mais que um grau de liberdade, compondo sistemas com várias entradas e saídas, exemplificando as transmissões automáticas de automóveis e bicicletas (NORTON, 2012 apud COSTA, 2013).

De acordo com Norton (2013) apud Villi e Mesquita (2016), os trens epicíclicos, possuem inúmeras vantagens sobre os trens convencionais, dentre elas podemos citar a obtenção de razões de trem maiores em pacotes menores, a reversão garantida e saídas simultâneas, concêntricas, bidirecionais.

Na Figura 5 temos o modelo de um trem de engrenagens epicicloidal, onde o mesmo possui uma engrenagem anel, acoplada a engrenagem planetária, onde a planetária é utilizada como sendo um membro de saída de movimento.

Figura 5 - Trem de Engrenagem Epicicloidal



Fonte: Norton (2013) apud Villi e Mesquita (2016).

Podemos observar que a engrenagem solar e a engrenagem anelar e o braço estão todos como eixos concêntricos vazados, onde cada um deles pode ser acessado para utilização da sua velocidade angular e torque, tanto na entrada como na saída.

Segundo Mendes (2012), para o cálculo da transmissão com redução de velocidade com a entrada e saída no mesmo sentido utiliza-se a equação de número 5

$$u = 1 + \frac{Z_a}{Z_s} \quad (5)$$

onde temos: Z_a é o número de dentes da engrenagem anelar e Z_s é o número de dentes da engrenagem solar.

2.5 CORRENTES DE ROLOS

As correntes por rolos são compostas de elementos internos e externos, onde as talas são ligadas através de pinos e buchas, e sobre as buchas colocam-se os rolos (GENEROSO, 2009).

As correntes de rolos possuem a vantagem de não terem deslizamentos na transmissão de potência, sendo assim, não se faz necessário uma tensão inicial na mesma, e consequentemente tem menos esforço nos eixos. As transmissões por correntes de rolos tem razão constante, vida útil longa e uma habilidade enorme de acionar eixos de uma única fonte de potência (MESQUITA, 2016).

2.6 ROLAMENTOS

Os rolamentos são os suportes montados em eixos, ou seja, constituem-se de dois anéis fabricados de aço especial, que são separados por fileiras de esferas, que podem ser de rolos cilíndricos ou cônicos, sendo as mesmas separadas por um porta esferas ou porta rolos. Possuem a função de fazer a suportação do eixo permitindo que o mesmo possa realizar movimentos rotacionais com maior facilidade e minimizando a fricção entre as peç as móveis da máquina e suportando certa carga (GENEROSO, 2009).

Sempre que houver uma rotação, têm-se a necessidade de alguma forma de mancal, seja ele um rolamento ou mancais de deslizamento. Os rolamentos podem ser classificados como radiais que são os que suportam cargas radiais e leves cargas axiais, os axiais que suportam cargas axiais e não podem ser submetidos a cargas radiais e os mistos que suportam tanto carga axial quanto carga radial (GENEROSO, 2009).

2.7 EIXOS

Os eixos usualmente são peças que tem a finalidade de apoiar as peças de máquinas que podem ser fixadas a eles ou moveis. Os eixos podem ser classificados como fixos ou moveis e os mesmos não transmite momento de torção e sim de flexão (GENEROSO, 2009).

Os eixos podem ser curtos sendo chamados de pinos, a parte onde os mesmos se apoiam chamam-se de apoios e quando são móveis chamam-se de moentes (GENEROSO, 2009).

Os eixos-árvore são os que fazem a transmissão de torção e sendo assim podem ser solicitados a torção ou a flexão e torção, podendo ser eixos maciços ou ocos, redondos, quadrados, sextavados e ranhurados (GENEROSO, 2009).

3 METODOLOGIA

Para que o projeto pudesse tomar forma, foram necessárias as seguintes etapas com a finalidade de atingir os objetivos tanto gerais quanto específicos estipulados anteriormente para o estudo. Primeiramente foram feitos os levantamentos necessários para o andamento do projeto, qual seria o diâmetro da roda, quais seriam os limites para o diâmetro da coroa planetária, quantas engrenagens iriam compor o sistema, se o sistema seria por corrente ou correia.

Através de uma pesquisa de campo realizada em uma empresa que vende produtos hospitalares com sede na cidade de Chapecó – SC foi possível identificar quais eram os problemas sofridos pelos cadeirantes e como seria viável a proposta de adaptação de um sistema de transmissão por engrenagem planetária em uma cadeira de rodas.

Baseado em uma análise quantitativa foram determinados os tamanhos das engrenagens planetária e helicoidais. No sistema proposto serão utilizadas uma engrenagem planetária e cinco engrenagens helicoidais de dentes retos. Como trata-se de um sistema com pouca complexidade, as engrenagens de dentes retos são mais usuais e de fácil aplicação.

Para o cálculo da relação de transmissão que é o movimento gerado pela força de rotação que é exercida de um ponto para outro foi utilizada a equação de número 1

$$I = \frac{D_2}{D_1} \quad (1)$$

Para o cálculo do diâmetro primitivo da engrenagem fez-se o uso da equação 6

$$d_0 = m * x \quad (6)$$

Para que possamos efetuar o cálculo da relação de transmissão devemos utilizar a equação 7

$$I = I_1 * I_2 \quad (7)$$

Para que possamos efetuar o cálculo da velocidade da cadeira de rodas utiliza-se a equação 8

$$v = \frac{\pi * d * N}{60} \quad (8)$$

Para o cálculo do diâmetro da base foi utilizada as equações 9 e 10

$$dg = d0 * \cos \quad (9)$$

$$df = d0 - 2 * hf \quad (10)$$

Para o cálculo da espessura axial do dente utiliza-se a medida do primitivo conforme a equação 11

$$L = 0.95b - 0.25dr \quad (11)$$

Para o cálculo da carga máxima na corrente utilizou-se a equação 12

$$Fmax = \frac{Frup}{ns.K} \quad (12)$$

Para o cálculo da distância entre eixos utilizou-se a equação 13

$$C = 35 * 12.70 \quad (13)$$

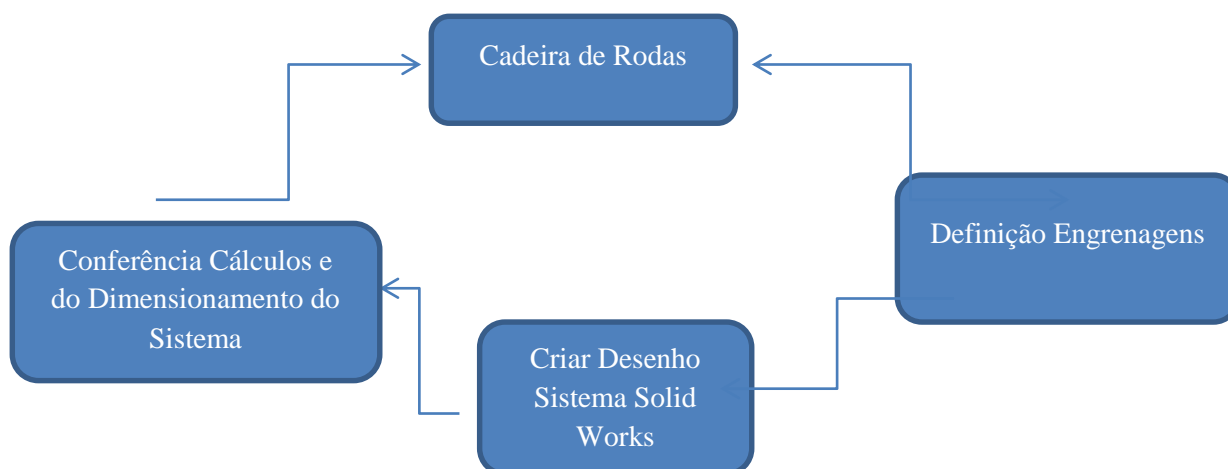
Através das equações acima relacionadas conseguiremos dimensionar as engrenagens tanto planetária quanto as helicoidais.

4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Para o dimensionamento dos componentes para o sistema de transmissão da cadeira de rodas, levou-se em consideração ao longo do processo diversos conhecimentos adquiridos.

O sistema de adaptação de transmissão por engrenagem planetária para a cadeira de rodas foi projetado e dimensionado visando uma operação mais simplificada e com dispositivos que assegurem a segurança do usuário, visando um perfeito funcionamento.

Após o levantamento das engrenagens e peças que seriam utilizadas no sistema, viu-se a necessidade de criar um fluxograma do sistema proposto, visando assim um melhor entendimento de como o sistema seria montado e quais etapas deveriam ser seguidas.

Figura 6 - Fluxograma do Sistema

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O fluxograma acima faz com que consigamos entender melhor os processos pelos quais o projeto passou, ou seja, primeiramente foi visto um modelo de cadeiras de rodas, posteriormente foram definidas as engrenagens, após essa definição passou-se para o desenho no software Solid Works, quando o desenho foi finalizado no programa, foram feitas conferências de cálculo para verificar se ajustes necessitavam ser feitos.

4.1 DIMENSIONAMENTO DOS COMPONENTES

Após a definição dos componentes que iriam compor o sistema, fez-se necessário fazer o dimensionamento de cada componente, visando assim uma maior eficiência do sistema.

Os componentes que farão o sistema girar serão abordados com um melhor detalhamento abaixo:

- “Roda: a dimensão da roda que foi selecionada para o projeto é de aro 24”, devido a ser o modelo mais usual para cadeiras de rodas, as dimensões diferentes dessas são utilizadas normalmente para esportes.
- Engrenagens: as engrenagens que irão compor o sistema serão planetária e helicoidal. Para as engrenagens baseamo-nos primeiramente na engrenagem planetária onde foi utilizada a equação número 1 para definição de tamanho, a mesma será acoplada na roda e terá 460mm, pois com essa medida de engrenagem ela não ficaria maior que a roda e não teríamos empecilhos quanto ao giro da mesma. Para as engrenagens helicoidais as mesmas terão 150mm, utilizando a equação de número 1

conseguimos verificar a medida que ficaria de acordo com o sistema, como não poderíamos fazer uma engrenagem muito grande para não conflitar com as demais engrenagens, optou-se por este tamanho visando que o cadeirante não precise fazer tanto esforço para o giro da roda.

- Correntes por rolos: a transmissão será por correntes por rolo, esse modelo de corrente por rolo, são normalmente utilizados para transmissão ou transportes e movimentações de cargas. Uma transmissão por correntes adequa-se para grandes distâncias entre eixos, onde necessita de maior potência, permite uma maior variação do comprimento, não tendo muita sobrecarga nos mancais, não ocorre deslizamentos, sua vida útil torna-se elevada, tem um alto rendimento e são os sistemas mais tolerantes quanto a desalinhamento. Uma corrente por rolo compõem-se por um par de elos que são montados em série, onde um elo tem quatro partes, que são: duas placas laterais e dois pinos. O passo é a distância entre os centros dos roletes e a largura é o espaço entre as placas internas.

- Eixos: necessitou-se fazer algumas modificações no estrutural da cadeira de rodas, pois foi necessária a colocação de eixos nas rodas, pois a mesma terá acoplada as engrenagens para que possa fazer o sistema de transmissão girar.

- Rolamentos: para que possa ser verificado qual modelo de rolamento que será utilizado, necessitou-se medir o eixo, sendo assim optou-se por um rolamento para ser utilizados em mancais de 40mm.

4.1.1 Resultados

Para determinação da adaptação de sistema de transmissão por engrenagem planetária em uma cadeira de rodas, foram feitos diversos cálculos para chegarmos a um denominador que faria o sistema eficiente.

Para o cálculo do diâmetro primitivo da engrenagem utilizamos a equação 1, onde optou-se por engrenagens de módulo 5 onde uma terá 92 dentes e a outras 30 dentes.

Fazendo o uso de uma planetária de 460mm e uma engrenagem helicoidal de 150mm o cadeirante terá que rotacionar o seu braço em 3.33 vezes para fazer o giro total da roda, para que possamos chegar nesse valor de rotações baseamo-nos na equação de número 1.

As engrenagens serão com passo 3/8" de acordo com a norma ansi, sendo uma das melhores opções para o sistema proposto.

Como serão 5 engrenagens helicoidais no total, de acordo com a equação uma com 15 dentes e passo 3/8 para que a mesma seja acoplada juntamente com as engrenagens de 30 dentes que ficarão na lateral direita da roda.

Para a relação de transmissão entre uma engrenagem de 30 dentes e outra de 15 dentes ficará com o valor de 0.52. Efetuando o cálculo da relação de transmissão de todas as engrenagens teríamos o total de 0.9, ou seja, a cada volta que o braço der, a roda irá rotacionar 0.9 voltas.

Uma cadeira de rodas tem aproximadamente 140Kg, e para que a mesma possa sair da inércia e ter uma velocidade de 2Km/h em média, devemos considerar o tempo de 4s para que se possa atingir tal velocidade, em um terreno plano e liso, sendo assim a mesma necessitaria de um torque de 6.915N.m.

Como foi considerada uma roda nos padrões normais com raio de 10" e pneu de 2" totalizando assim 12" entre o eixo e o chão, teríamos uma velocidade de 14,10 rpm ou 0.1375m/s².

Para calcularmos o diâmetro da base, foram aplicadas as fórmulas 8 e 9 e tivemos os seguintes resultados, a engrenagem planetária ficou com o valor de 0.24mm e a engrenagem helicoidal com 0.70mm.

Para o cálculo da espessura axial do dente necessitamos da medida do primitivo e obtivemos o seguinte resultado através da equação 10: para a planetária 0.099914 e para a helicoidal 0.022414m.

Optamos por engrenagens de dentes retos, devido a ser uma fabricação simples, o custo ser menor e não necessitar tanta complexidade.

A transmissão será movida com correntes por rolo devido às mesmas ter uma melhor transmissão, usualmente é utilizada para transportes e movimentação de cargas. Como as engrenagens estarão na horizontal não teria a necessidade de utilização de guias laterais.

Devido o projeto ser de corrente por rolos a velocidade periférica não irá exceder 12m/s, pois é a velocidade máxima permitida para correntes desse modelo.

Para o cálculo da carga máxima na corrente utilizou-se a equação número 12, onde obtivemos o valor de 143.89N. E para o cálculo da distância entre eixos utilizou-se da equação 13 onde obteve-se o valor de 444.5mm.

A corrente que será utilizada será a de 41, que está de acordo com a norma ANSI para correntes, terá um passo de 12.70mm com largura de 6.35mm e resistência mínima à tração de 6670N.

O eixo que será confeccionado será de aço carbono com aproximadamente 680mm de comprimento por 38mm de diâmetro, medidas essas que poderão sofrer redução devido a inércia de giro. Todas as peças do mecanismo da cadeira estão interligadas de maneira que possam transmitir o movimento de acordo com o esperado.

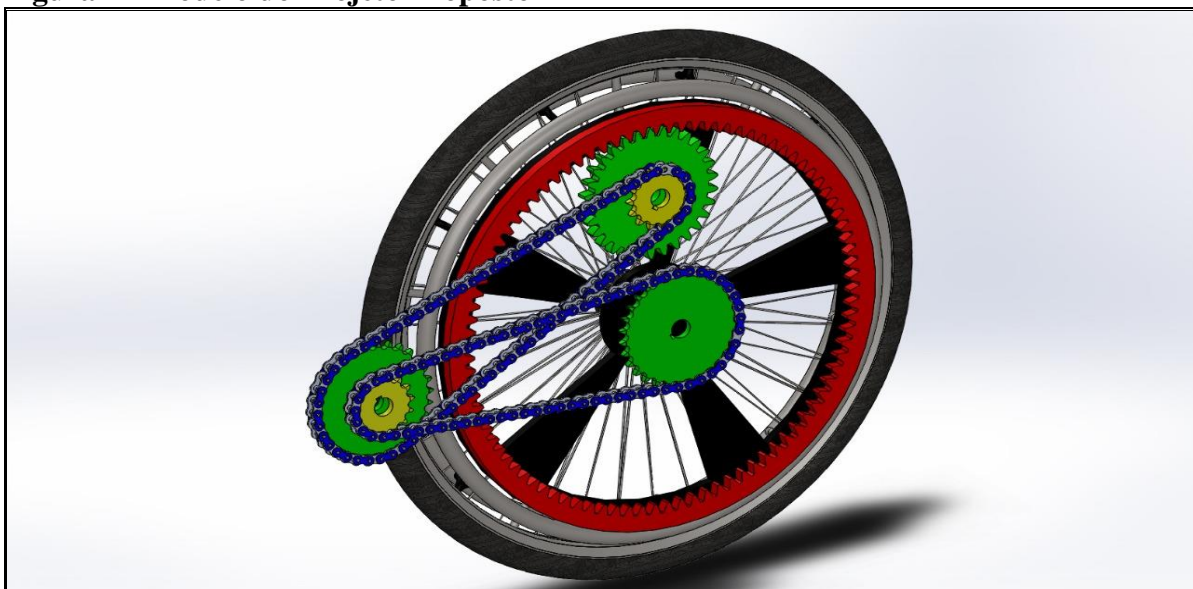
Para a construção da modelagem do projeto utilizou-se do software Solid Works que apresenta o funcionamento e estruturação da cadeira de rodas com o sistema de transmissão de correntes.

4.1.2 Modelo do Sistema Proposto

O projeto em questão através de dados coletados e cálculos feitos foi dimensionado conforme as figuras 7, 8, 9, 10 e 11.

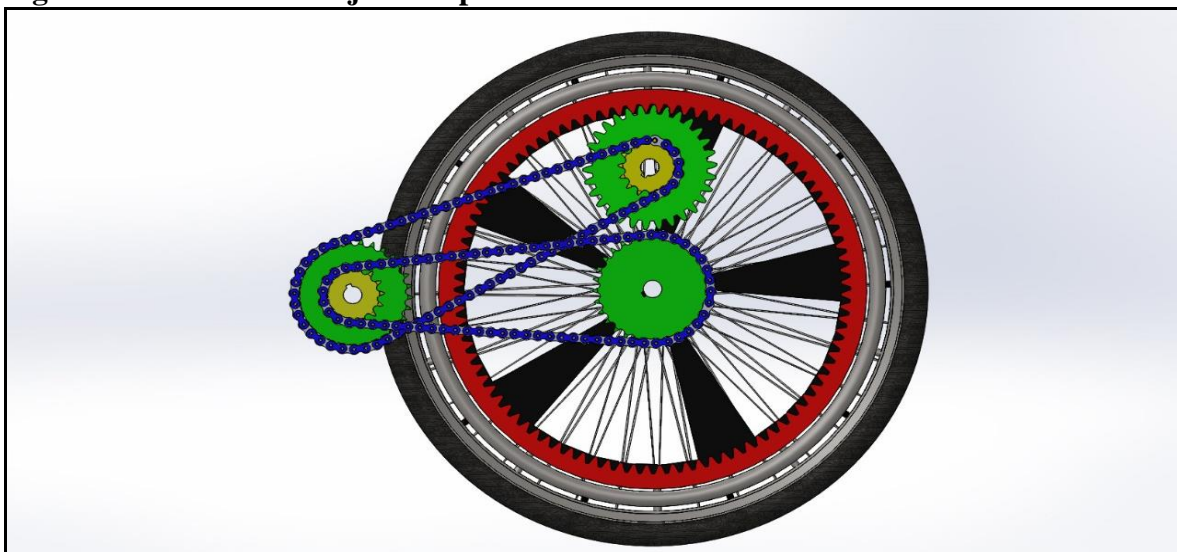
Na Figura 7 temos as imagens de como as engrenagens e correntes vão ficar dispostas na roda da cadeira. A engrenagem maior é a planetária e terá 460mm, as engrenagens verdes terão 150mm e as engrenagens amarelas terão 101,2mm.

Figura 7 - Modelo do Projeto Proposto



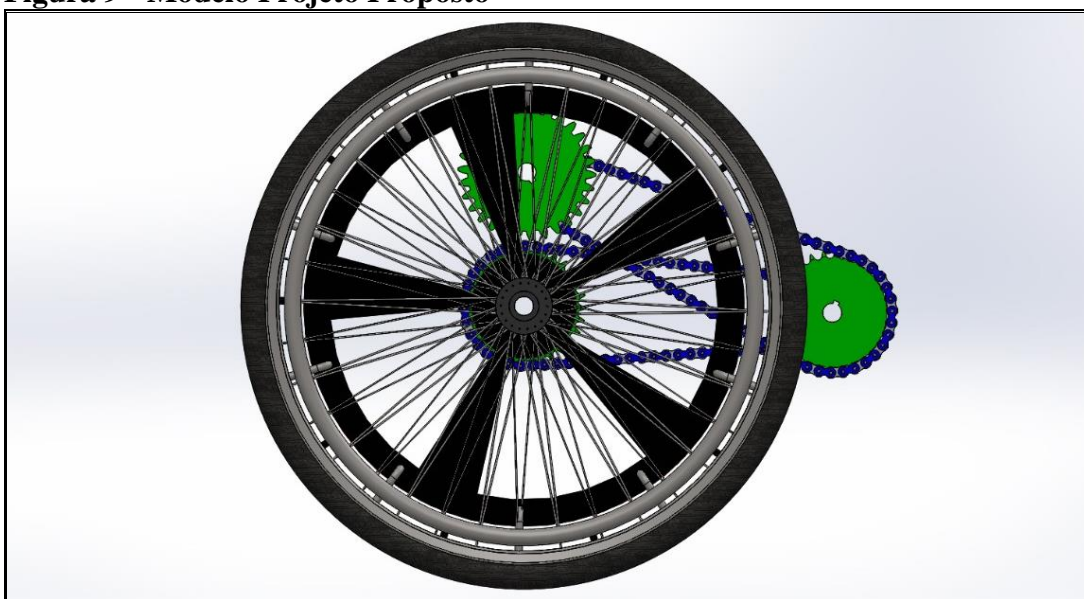
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na Figura 8 temos a imagem de como a o conjunto ficará disposto na cadeira de rodas em uma vista de frente do mecanismo. Podemos notar que a engrenagem planetária fica acoplada dentro da parte metálica que é da própria cadeira, ou seja, a parte onde o cadeirante precisa rotacionar para fazer a roda girar.

Figura 8 - Modelo do Projeto Proposto

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

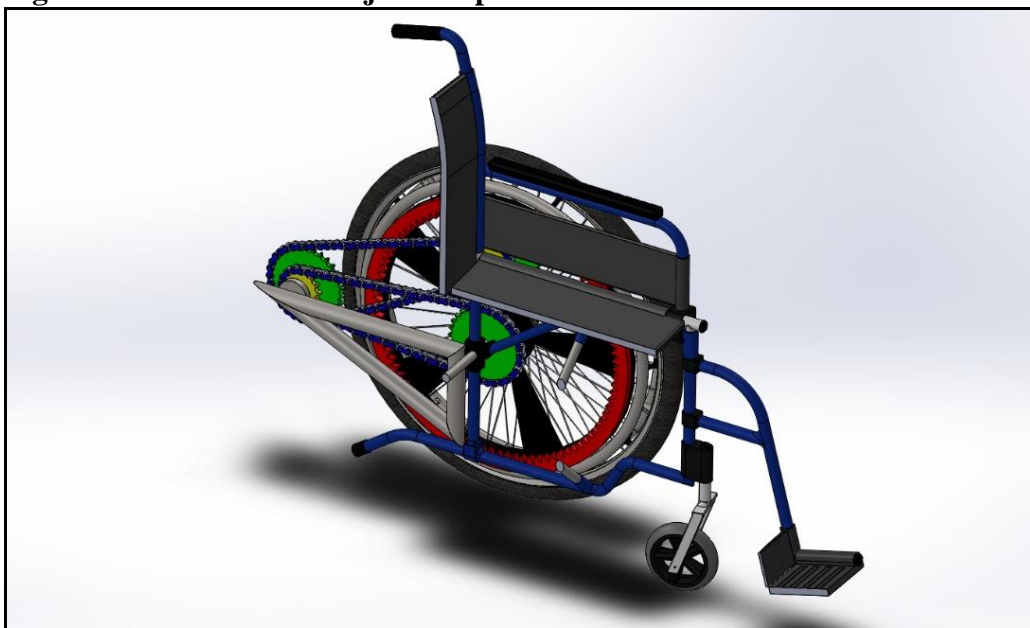
Na Figura 9 temos uma imagem do sistema proposto do outro lado da roda, onde podemos observar que somente uma engrenagem ficará acoplada fora da roda.

Figura 9 - Modelo Projeto Proposto

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na Figura 10 temos uma da cadeira de rodas com o mecanismo instalado, podemos observar o eixo que foi instalado para poder acoplar as engrenagens.

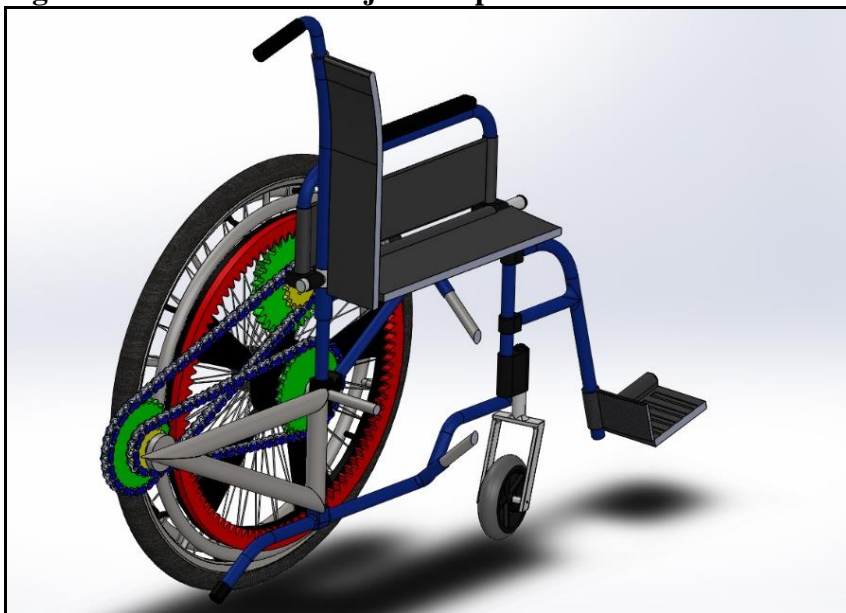
Figura 10 - Modelo do Projeto Proposto



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na Figura 11 temos uma vista mais aproximada de como ficará o mecanismo instalado na cadeira de rodas, podendo ser observado com maior detalhes.

Figura 11 - Modelo do Projeto Proposto



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo proposto para o estudo em questão foi o de criar uma proposta de um sistema de transmissão por correntes para uma cadeira de rodas.

Para chegarmos a uma conclusão do objetivo proposto para o estudo, reavaliamos os objetivos traçados anteriormente que são: desenvolver um sistema de transmissão por correntes adaptado em uma cadeira de rodas, avaliar os esforços que eram realizados pelos usuários de cadeira de rodas, dimensionar um sistema de transmissão por correntes para cadeira de rodas, visando à diminuição do esforço realizado pelo usuário, avaliar a viabilidade técnica de instalação do projeto, avaliar a viabilidade financeira do mesmo.

Conclui-se que os objetivos foram alcançados, pois o sistema de transmissão por correntes foi desenvolvido, elencando a corrente por rolos a ideal, por ser um meio altamente eficiente e versátil em transmitir potência mecânica, processo este que agrega-se com um sistema de engrenagens, sendo uma motriz e cinco movidas e por dois lances de correntes.

O sistema de correntes por rolo e engrenagens assegura um rendimento excelente em condições normais de trabalho, este tipo de sistema tem versatilidade de operação, fazem a absorção quanto a choques, tem elasticidade reduzindo assim impactos.

De acordo com os dados colhidos e fundamentando-se dos mesmos pode-se afirmar que a proposta de um sistema de transmissão por correntes para cadeira de rodas demonstrou-se viável e com importantes vantagens como a pesquisa nos demonstrou, acreditamos que seria um projeto com aceitação pelos usuários e com ganho financeiro quanto a sua execução.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Danilo. **Metodologia, Sistematização e Seleção de Projetos de Transmissões Epicicloidais com Um e Dois TEPs Ligados**. Campinas, 2000.

ANDRADE, Alan Sulato de. **ELEMENTOS ORGÂNICOS DE MÁQUINAS II AT-102**. Obtido em 18/11/2017 <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT102-Aula06.pdf>>.

BORTOLLOTTI, Ligia Franciele; TSUKAMOTO, Heloisa Freiria. **Efeitos do treinamento físico sobre a força muscular em paraplégicos**. Disponível em: <<http://www.revistaneurociencias.com.br/edicoes/2011/RN1903/19%20003%20relato%20de%20caso/518%20rc.pdf> . Acesso em 23/11/2017

COSTA, Alter Durand da. **Análise e Dimensionamento de Um Sistema de Engrenagens Planetárias**. Porto Alegre, 2013.

LIMA, Filipe Gomes et al. **Projeto de Cadeira de Rodas Motorizada Equipada com Cobertura Automática**. Santo Amaro – BA (2016).

GENEROSO, Daniel João. **Elementos de Máquinas**. Araranguá, 2009.

MELCONIAN, Sarkis(1999). **Elementos de Máquinas**. 9ª edição, 20-25

MENDES, Rosa Marat. **Folhas de Apoio à Unidade Curricular Elementos de Máquinas II – Engrenagens**. Setúbal, 2012,

MESQUITA, Vinícius do Amaral; MILLI, Giovanni Vitor. **Projeto de Caixa de Transmissão por Engrenagens do Tipo Epicicloidal Para Veículo Baja SAE**. Vitória, 2016.

SANTOS, Erik Silva dos. **Ergonomia e Acessibilidade – Um Estudo de Caso Sobre os Problemas Potenciais na Concepção de Sistema de Locomoção Para Atividades Diárias na Cidade de Manaus**. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/viewFile/13331/13423>>. Acesso em 25 set 2017.

SILVA, Joel Ferreira da(2009). **Padrões de Propulsão para Cadeiras de Rodas e seus Fatores de Desempenho**, obtido em 22 de novembro 2017, disponível em <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/264787?mode=simple>>

WAGNER, Luciane Carniel. Et al. **Acessibilidade de pessoas com deficiência: o olhar de uma comunidade da periferia de Porto Alegre**. **Ciência em Movimento**. Disponível em:<<http://www.surdo.com.br/download/Populacao-com-Deficiencia-Brasil-Perfil.pdf>> Acesso em 13 set. 2017.