



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013



DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE TRANSMISSÕES MECÂNICAS

Janaina Vanuza Gall (FAHOR) jg000869@fahor.com.br

Victor Ergang Streda (FAHOR) vs000849@fahor.com.br

Anderson Dal Molin (FAHOR) anderson@fahor.com.br

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma bancada didática de transmissões mecânicas, iniciado através da necessidade adquirida pela Faculdade de Horizontina ligado ao trabalho de conclusão de curso dos acadêmicos de Engenharia Mecânica. Como as aulas didáticas têm sido essenciais para o aprendizado em sala de aula, buscou-se através de softwares, literaturas e por materiais e métodos disponibilizados no laboratório da faculdade desenvolver o protótipo da mesma. Além da descrição dos materiais e métodos utilizados, apresentam-se os resultados e discussões provenientes das simulações possíveis no sistema de transmissão. A conclusão deste trabalho tende a ser positiva, pois os acadêmicos visualizarão na prática os resultados dos cálculos realizados em sala de aula.

Palavras-chave: Bancada didática, Transmissão Mecânica, Aulas Práticas.

1. Introdução

A principal função dos sistemas de transmissão é transmitir movimento e potência a outro sistema. Esses mecanismos também variam a rotação e o torque entre dois eixos e, neste caso, costumam ser chamados de variadores. Existem diversos meios de se variar rotação e torque, entre eles destaca-se fazê-los por meio de engrenagens, por correias ou por atrito. Os variadores estão sempre ligados a eixos, indiferente da sua função (GORDO E FERREIRA, 2000).

Segundo Amorim (2006), bancadas didáticas são ferramentas indispensáveis ao ensino, levando em conta que os conceitos vistos apenas em sala de aula são muitas vezes insuficientes para o aprendizado.

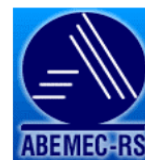
Amorim apud Lee et al. (2006) complementa afirmando que as bancadas de teste são dispositivos usados didaticamente para avaliar conceitos e validar modelos teóricos. O uso de bancadas experimentais simulando a operação de sistemas reais é também um procedimento amplamente conhecido e



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



extensivamente utilizado para o desenvolvimento de qualquer projeto.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma bancada didática de transmissão mecânica para auxiliar os acadêmicos dos cursos de engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina a terem um melhor entendimento do conteúdo aplicado em sala de aula. A dificuldade para visualizar e entender os sistemas de transmissão é fator determinante para a elaboração deste trabalho, pois o grande problema encontrado na execução da matéria é que nem todos acadêmicos do curso de engenharia mecânica trabalham diretamente com os sistemas de transmissão.

Assim, após a necessidade apontada pelo corpo docente da FAHOR – Faculdade Horizontina, busca-se através desse trabalho realizar o desenvolvimento da bancada, para findar essa deficiência no aprendizado dos acadêmicos em relação ao conteúdo. Esse trabalho tem importância significativa na área de engenharia mecânica, pois trata de um sistema que dará suporte para a matéria apresentada em sala de aula.

De uma forma mais eficiente, o corpo docente solicitou pela própria instituição de ensino Faculdade de Horizontina, a condição da execução de uma bancada didática que possibilitará a demonstração dos conteúdos apresentados em sala de aula com aulas práticas. Dessa maneira, destaca-se como problema a ser resolvido por esta pesquisa à necessidade de garantir o melhor aprendizado dos acadêmicos de Engenharia Mecânica em relação aos sistemas de transmissão.

2. Revisão da Literatura

2.1 Bancadas Didáticas

Pekelman e Mello (2004) defendem a idéia que engenheiros devem ser capazes de aplicar a ciência e a tecnologia que aprendem nas faculdades à prática, uma vez que saiam da faculdade. Na visão dos autores, para que isso seja possível às instituições de ensino devem proporcionar aos acadêmicos a oportunidade de interagir, na prática, com os temas que estão sendo estudados em sala de aula.

Os laboratórios das faculdades aproximam o aluno da ciência e tecnologia às ferramentas do engenheiro para que ele possa desenvolver suas habilidades para o atendimento das necessidades humanas. Além disso, esses laboratórios também podem servir como ferramenta para o treinamento da criatividade dos estudantes, permitindo a eles desenvolver inúmeras aplicações com as mesmas ferramentas e refletir este aprendizado ao mundo real. (PEKELMAN; MELLO, 2004).



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



2.2 Sistemas de Transmissão

Antunes e Freire (2000), afirmam que os sistemas de transmissão mecânica são mecanismos manuais ou automáticos que têm como principal função transmitir movimento e potência a partir de elementos puramente mecânicos. Os autores complementam ainda que nas transmissões de movimentos é possível identificar a relação de transmissão de um sistema e conseqüentemente suas rotações, para isso deve-se verificar se o sistema é redutor ou ampliador.

Para considerar um sistema ampliador, o movimento deverá passar da engrenagem maior para a engrenagem menor, aumentando desta forma a rotação. Já pelo contrário em um sistema redutor o movimento deverá passar da engrenagem ou polia menor para a maior, reduzindo assim a rotação do sistema, (ANTUNES E FREIRE, 2000).

Segundo Gordo e Ferreira (2000), a transmissão de força e movimento pode ser feita pela forma ou por atrito. A transmissão por forma é a mais utilizada e leva este nome porque a forma dos elementos transmissores é dimensionada para se encaixarem, transmitindo assim o movimento e a força. Já a transmissão por atrito oferece uma boa centralização das peças ligadas aos eixos, mas não é aconselhada para fazer a transmissão de grandes esforços.

2.2.1 Transmissão por Correias

Segundo Marco (2013), as principais características a serem destacadas nas transmissões por correias é que elas funcionam essencialmente por atrito, e são adequadas para grandes distâncias entre eixos. Almeida (2012), ainda complementa que esta maneira de transmissão pode ser simples, quando existe somente uma polia motora e uma polia movida. Alguns fatores podem afetar o sistema de transmissão, dentre os principais a falta de atrito, pois quando em serviço, a correia pode deslizar e desta forma não transmitir integralmente a potência.

Ainda segundo Marco (2013), as correias podem ser fabricadas em várias formas e com diversos materiais e são bastante utilizadas nas indústrias de máquinas operatrizes e automotivas, esses elementos podem ser encontrados nos mais diversos equipamentos, como pequenos aparelhos eletrônicos até equipamentos maiores como máquinas do ramo agrícola.

Antunes e Freire (2000) afirmam que as transmissões por correias são utilizadas tanto para eixos paralelos como para eixos reversos, este tipo de transmissão caracteriza-se por sua construção simples, funcionamento silencioso e uma grande capacidade de absorver choques elasticamente. O rendimento é considerado elevado, variando de 95% a 98%.

Pela década de 1930, as correias em V ou trapezoidais, mostradas na figura 1, passaram a ser usadas na maioria dos acionamentos. A grande vantagem consiste no efeito de que a cunha da correia na polia multiplica o

coeficiente de atrito pelo inverso do seno do ângulo de inclinação da face lateral. Tudo isso resulta em um significativo ganho de capacidade, proporcionando conjuntos mais compactos, com menor nível de ruído se comparados com as correias planas, (ALMEIDA, 2012).

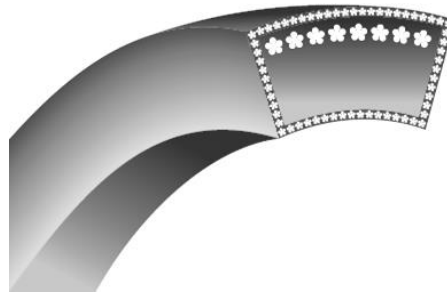


Figura 01 – Correia em V. Fonte: Good Year, 2010.

Os fabricantes padronizaram as dimensões das seções transversais de correias em V, demonstrada na figura 02, com cada seção designada por uma letra do alfabeto para tamanhos com dimensões em polegadas, já os tamanhos métricos são designados por números. Dimensões, tamanhos mínimos de roldanas e o intervalo de potência para cada uma das sessões são designados por letras (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

Tabela 17-9

Seções de correias em V padronizadas.



Seção de Correia	Largura <i>a</i> , mm	Espessura <i>b</i> , mm	Diâmetro mínimo de roldana, mm	Intervalo de kW, uma ou mais correias
A	12	8,5	75	0,2-7,5
B	16	11	135	0,7-18,5
C	22	13	230	11-75
D	30	19	325	37-186
E	38	25	540	75 e acima

Figura 02- Seções de correias em V padronizadas. Fonte: Adaptada de Budynas e Nisbett, 2011.

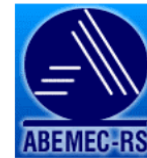
As correias em V e trapezoidais possuem também, em relação às planas, alguns aspectos negativos que, evidentemente, não chegam a comprometer o uso na maioria dos casos. Correias trapezoidais são normalmente fornecidas em dimensões padronizadas, e seu alinhamento é mais crítico. O material das correias planas pode ser fornecido em rolos e elas podem ser produzidas no local em qualquer comprimento (ALMEIDA, 2012).

Ainda de acordo com o autor, outro fator que contribui a favor deste meio são as razões econômicas, já que elas são de fácil montagem e manutenção, não utilizam lubrificantes, tem boa durabilidade quando projetadas e instaladas corretamente e são padronizadas. Ele também ressalta a questão da segurança, uma vez que elas reduzem os choques e vibrações, limitam a sobrecarga pela ação do deslizamento e tem um funcionamento de pouco ruído.



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013



2.2.2 Polias

Para Silva *et al.* (2012), polias são denominadas elementos mecânicos circulares, com ou sem canais periféricos, acoplados a eixos motores e movidos por máquinas e equipamentos. Para as mesmas funcionarem, necessitam da presença de vínculos chamados correias. Quando em funcionamento, as polias e correias podem transferir e transformar movimentos de um ponto para outro da máquina, sempre havendo transferência de força.

As polias são classificadas em planas e trapezoidais. As polias trapezoidais são conhecidas pelo nome de polias em “V” e são as mais utilizadas em máquinas. Os materiais para a construção das polias são normalmente ferro fundido, aços, ligas leves e materiais sintéticos. A porosidade é uma característica que não deve ser elevada na superfície das polias, pois se for à correia pode ter um maior desgaste (SILVA *et al.* 2012).

2.2.3 Engrenagens

Generoso (2009), defende a teste de que as engrenagens são sem duvida um dos meios mais utilizados para transmissão de movimento entre eixos, tanto para eixos paralelos, reversos ou concorrentes. A grande utilização deste meio acontece devido ao fato de elas terem grande resistência e vida útil, possuírem pequenas dimensões, terem velocidade constante de transmissão e terem um rendimento de 98%. Elas podem ser produzidas com vários materiais, como exemplos pode-se citar aço, ferro fundido e polímero.

O autor ainda defende que o princípio de funcionamento destas rodas dentadas é simples, durante a transmissão os dentes da roda motora empurram os dentes da roda movida, sem que haja escorregamento.

As engrenagens cilíndricas de dentes retos, mostradas figura 03, possuem dentes paralelos ao eixo de rotação e são utilizadas para transmitir movimentos de um eixo a outro eixo paralelo ao primeiro. A engrenagem citada anteriormente é denominada a mais simples, e por isso é utilizada para desenvolver as relações cinemáticas primárias na forma de dente (BUDYNAS; NISBETT, 2011).





3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013



Figura 03 – Engrenagens cilíndricas de dentes retos. Fonte: Adaptada de Melconian, 2012.

Segundo Budynas e Nisbett (2011), as forças transmitidas entre engrenagens suprem momentos torcionais a eixos e geram forças e momentos que afetam o eixo e seus mancais.

3. Métodos e Técnicas

Os parâmetros de desenvolvimento da bancada didática de transmissão mecânica, foram baseados na necessidade que a Faculdade Horizontina encontrava para demonstrar na prática as relações de transmissão estudadas em sala de aula. Iniciou-se o desenvolvimento da bancada, a partir do componente curricular “Preparação para o Trabalho Final de Curso” visando as principais possibilidades de comparação existente em um sistema de transmissão.

Primeiramente foi definido pelo grupo as possibilidades de análise que a bancada irá oferecer aos acadêmicos através dos principais conceitos de transmissão mecânica, começando assim o desenvolvimento da bancada. Em um segundo momento buscou-se avaliar os materiais existentes no laboratório da faculdade, pois para não gerar alto custo ao grupo de projeto, a bancada foi ajustada de acordo com alguns componentes oferecidos pelo laboratório, o restante dos materiais necessários o grupo desenvolveu através de fornecedores, como a bancada terá fins exclusivamente didáticos, não sofrerá esforços, dispensando a necessidade de materiais especiais para sua fabricação.

Após coletado os dados iniciais, descritos acima, iniciou-se a pesquisa bibliográfica para o desenvolvimento dos parâmetros e dimensões da bancada. Com o dimensionamento dos componentes prontos partiu-se para o detalhamento do produto através do software Creo Parametric.

Pronto o detalhamento, fez-se uma análise do produto detalhado, conferindo se a bancada está atendendo a necessidade proposta pela Faculdade Horizontina. A partir desta etapa iniciou-se a fabricação da mesma. O protótipo está sendo fabricado pelo próprio grupo de projeto nos laboratórios da Faculdade Horizontina utilizando o material disponível, quando possível. Para as demais necessidades a matéria prima será fornecida por fornecedores externos.

Depois de concluída a bancada serão realizados testes para aprovar a funcionalidade da mesma, garantindo assim 100% de aproveitamento de ensino pelos acadêmicos.

4. Resultados e Discussões

A bancada didática de transmissão mecânica possibilitará aos

acadêmicos do curso de engenharia a visualização e entendimento de sistemas de transmissão compostos tanto por engrenagens quanto por correias. Com a bancada, além de executarem as atividades de cálculos no componente curricular de elementos de máquinas, os acadêmicos terão a oportunidade de montar o sistema de transmissão proposto pelo professor.

Conforme demonstrado abaixo na figura 04, na parte superior da bancada, caracterizada pelo painel, é possível através desta imagem identificar o eixo motor que ficará localizado no primeiro ponto inferior a esquerda, ao seu lado os furos para encaixar a relação de engrenagens, assim como para demonstrar o sistema de polias e na parte superior do painel mais possibilidades para executar o sistema de transmissão com um trio de polias, ou uma transmissão simples, composta por apenas duas polias. Observa-se que não será utilizado de sistemas para esticar a correia, pois o furo oblongo situado na parte central a direita, terá a função de posicionar a polia, mantendo-a sempre esticada.

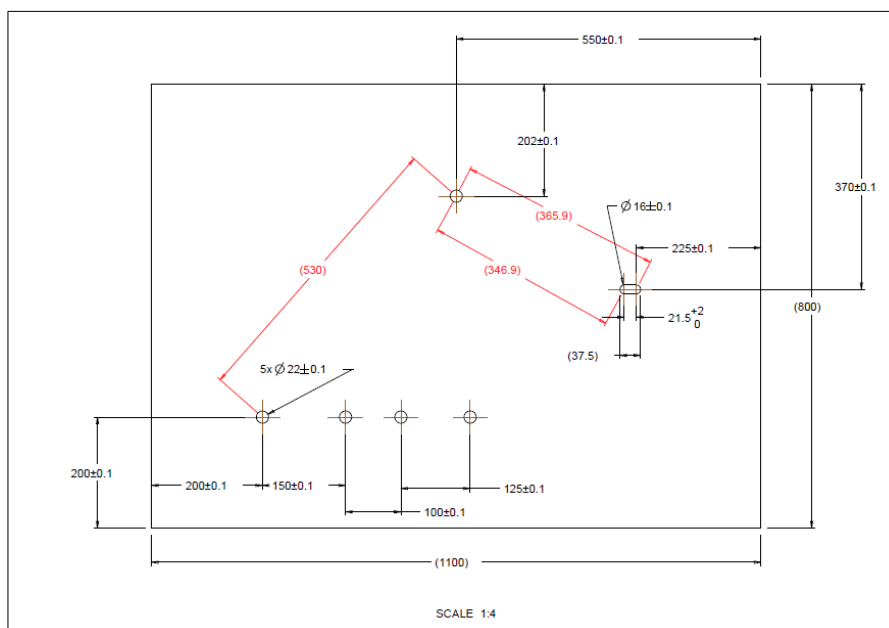


Figura 04 – Drawing Painel da Bancada Didática de Transmissão. Fonte: Grupo de Projeto, 2013.

A bancada possibilitará a troca de componentes para se chegar nas relações já citadas, e através de um dinamômetro os acadêmicos conseguirão medir os diferentes valores de torque encontrados nas engrenagens e polias, e através de um tacômetro será possível identificar a variação de RPM que ocorre a partir das diferentes combinações existentes.

Os parâmetros essenciais para cálculo foram definidos como:

- Potência do motor: 4W
- Rotação do motor: 20 RPM

Na opção 01 para engrenagens, o acadêmico terá o sistema de engrenagens conforme figura 05, para montar na bancada.

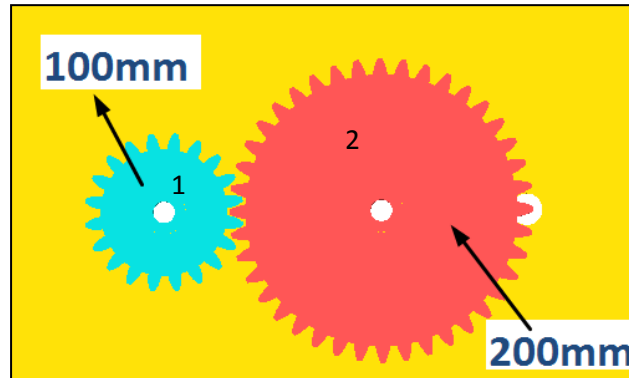


Figura 05 – Opção 01 para engrenamento. Fonte: Grupo de Projeto, 2013.

- Relação de Transmissão, conforme equação 01:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{200}{100} = 2 \quad \text{Eq. 01}$$

Onde:

i = Relação de transmissão;

d_1 = Diâmetro engrenagem motora;

d_2 = Diâmetro engrenagem movida;

$$i = \frac{n_1}{n_2} = 2 = \frac{20}{n_2} = \quad \mathbf{n_2 = 10 \text{ rpm}} \quad \text{Eq. 02}$$

Esta velocidade n_2 , calculada conforme equação 02, será lida no tacômetro na engrenagem 02.

- Torque nas engrenagens, conforme equação 03:

$$MT = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P}{n} = \quad MT_1 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{4}{20} = \quad \mathbf{MT_1 = 1,9 \text{ N.m}} \quad \text{Eq. 03}$$

Onde:

MT = Momento torçor;

P = Potência do motor;

n = velocidade do motor;

$$i = \frac{MT_2}{MT_1} = 2 = \frac{MT_2}{1,9} = \quad \mathbf{MT_2 = 3,8 \text{ N.m}} \quad \text{Eq. 04}$$

Com uso do dinamômetro, os acadêmicos poderão medir MT_2 na engrenagem 2.

Na opção 02, com polias e correias, o acadêmico terá o sistema conforme figura 06, para montar na bancada.

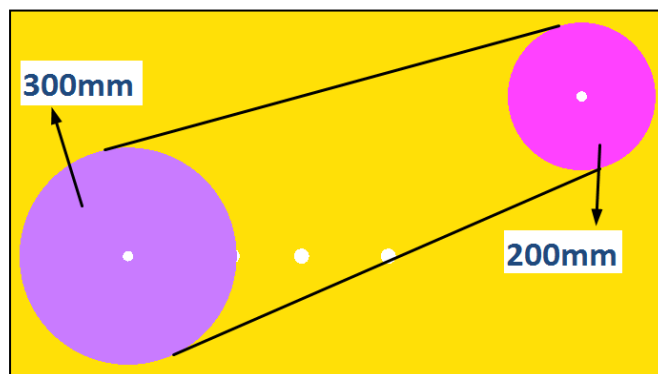


Figura 06 – Opção 02 para polias. Fonte: Grupo de Projeto, 2013.

- Relação de Transmissão:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{300}{200} = 1,5 \quad \text{Eq. 05}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = 1,5 = \frac{n_1}{20} = \quad \mathbf{n_2 = 30 \text{ rpm}} \quad \text{Eq. 06}$$

- Torque nas polias:

$$MT_1 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{4}{20} = \quad \mathbf{MT_1 = 1,9 \text{ N.m}} \quad \text{Eq. 07}$$

$$1,5 = \frac{MT_2}{1,9} = \quad \mathbf{MT_2 = 2,85 \text{ N.m}} \quad \text{Eq. 08}$$

Conforme comentado neste trabalho, os resultados encontrados nos cálculos acima, poderão ser vistos na prática através da bancada didática, onde os acadêmicos irão montar na bancada a sequência conforme figuras 05 e 06, assim compreendendo melhor os sistemas de transmissões.

5. Conclusão

Com base no aprendizado dos acadêmicos de engenharia mecânica, focando nas definições de engenharia, assim como nas técnicas de criatividade e na experiência reportada, pode-se dizer, que os laboratórios dentro do curso de Engenharia, em especial engenharia mecânica, tem um papel fundamental na formação do aluno uma vez que permite e aprimora a capacidade de tornar real o teórico, de tornar viável o problema e de se adaptar às mais diversas condições que se apresentarão quando no exercício da profissão. Além disso, exercita o poder da diferenciação, essencial para se destacar no disputado mercado de trabalho dos dias de hoje.



3ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
16 a 18 de Outubro de 2013

SEEMI 2013
7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial



Conclui-se com este trabalho que conceitos vistos em sala de aula serão facilmente executados na prática. A bancada didática desenvolvida irá beneficiar o aprendizado do aluno nos componentes curriculares que estudam transmissões mecânicas, colocando-os em contato com experimentos práticos que antes eram apenas estudados em sala de aula.

6. Referências

ALMEIDA, F.J. **Sistemas Mecânicos de Elementos de Máquinas (2012)**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAoWYAF/correia>>. Acessado em: Março 2013.

AMORIM, M. J. **Desenvolvimento de Bancada Didático-Experimental de Baixo Custo para Aplicações em Controle Ativo de Vibrações**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas 2006.

FREIRE, M.A.C; ANTUNES, I. **Elementos de Máquinas**. São Paulo, Ed. Érica Ltda, 2000.

BARROS, A.; LEHFELD, N. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

BUDYNAS, R.G.; NISBETT, J.N. **Elementos de Máquinas de Shigley – Projeto de Engenharia Mecânica**. 8. ed. Bookman e Mc Graw Hill: Porto Alegre, Brasil, 2011.

FERREIRA, J. ;GORDO, N. **Mecânica: Elementos de Máquina**. (Coleção Telecurso 2000 Profissionalizante) (vol. 1 e 2). São Paulo, Ed. Globo S.A, s/d.

GENEROSO, D.J. **Elementos de Máquina (2009)**. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/9/9c/Apostila_elementos_de_maquinas.pdf>. Acessado em: Abril 2013.

MARCO, F. **Elementos de Máquinas II – Correias (2013)**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfou0AD/correias-2?part=8>>. Acessado em: Abril 2013.

MELCONIAN, S. **Elementos de Máquinas**. 10. ed., Editora Érica Ltda, 2012.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. São Paulo Atlas, 2005.

PEKELMAN, H.; MELLO Jr. A.G;. **A importância dos laboratórios no ensino de Engenharia Mecânica**. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos/01_219.pdf>. Acesso em: Março 2012.

SILVA. S.S. et al. **Polias e Correias**. Disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Polias-e-Correias/328013.html>. Acessado em: Setembro de 2013.