



CONTEXTO E PRÁTICA EM ENGENHARIA MECÂNICA NA UFJF: UMA MANEIRA EFICAZ DE MELHORAR O DESEMPENHO DA RELAÇÃO ENSINO-APRENDIZAGEM

Gulherme Pires Carneiro de Miranda. Gulherme.pires@engenharia.ufjf.br

Gulliver Catao Silva. Gulliver.catao@engenharia.ufjf.br

Luiz Henrique Dias Alves. Luiz.alves@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica

Campus Universitário

36036-900 – Juiz de Fora – MG

Resumo:

Esse artigo apresenta um estudo de caso desenvolvido na disciplina contexto e prática em engenharia Mecânica da UFJF, em que os alunos projetaram e fabricaram um equipamento para ensaio de desgaste. Durante o desenvolvimento do trabalho os alunos puderam abordar os conteúdos acumulados de forma organizada, refletindo sobre os temas envolvidos no projeto, propondo melhorias e concatenando as idéias de modo praticar seus conhecimentos na execução de um projeto. Também foi possível trabalhar características ou qualidades pessoais como liderança, trabalho em equipe, flexibilidade e criatividade, tão importantes para o profissional engenheiro do século atual. Os resultados, tanto em relação ao equipamento fabricado quanto a relação ensino-aprendizado superaram as expectativas dos alunos e educadores.

Palavras-chave: Contexto-Prática, Engenharia mecânica, Tribômetro.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna requer para o mundo um desenvolvimento rápido e eficaz. Desta forma, a palavra inovação passou a ter uma importância muito grande. Muitos autores citam o processo de inovação como uma questão de sobrevivência para as organizações, ou seja, aquelas que não focam inovação em seus processos, produtos, serviços e ou modelos de gestão correm sério risco de se sucumbirem. No meio acadêmico, inovação, muitas vezes, pode ser sinônimo de melhorar a relação ensino-aprendizado. Por isso, verifica-se uma constante busca por melhores práticas para a relação ensino-aprendizado pelas boas instituições de ensino. Este assunto vem recebendo destaque na maioria dos encontros de engenharia em todo o mundo. No Brasil, a ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia) trata o tema “Práticas Inovadoras em ensino em Engenharia” como prioridade, percebendo ser este um caminho a ser construído de forma permanente para a busca de melhoria na qualidade do ensino e da qualificação do engenheiro (RETTL et al, 2011).

Em se tratando somente de engenharia, além da qualidade do processo ensino-aprendizado, outra questão que preocupa muito os educadores é a grande evasão que se verifica nos cursos de engenharia de maneira geral. Amaral (2013) relata que menos de 40% dos alunos que iniciam o curso de engenharia nas escolas brasileiras, chegam à conclusão. Isso representa uma evasão acima de 60%. Muitos autores atribuem esta evasão a problemas relacionados à educação básica, ou seja, os egressos chegam ao ciclo básico do curso de engenharia com uma forte deficiência em matemática, física e química principalmente, não conseguindo acompanhar o desenvolvimento de disciplinas que dependem deste conhecimento. Outros relacionam com problemas conjunturais e falta de oportunidades para o profissional de engenharia. Outra abordagem pode estar ligada a diminuição da motivação, que pode ser causada pela grande carga teórica especialmente em disciplinas do ciclo básico como cálculo, física, mecânica, eletricidade, termodinâmica e outras ciências fundamentais, tão importantes para a formação do engenheiro e recebida nos dois primeiros anos, mas que exigem uma grande dedicação para serem concluídas.

Um grande desafio e ao mesmo tempo oportunidade para os educadores em engenharia está em associar a teoria com a aplicação prática, especialmente relacionando estas disciplinas do ciclo básico. Retzl et al (2011) comenta que o projeto é pouco ou nada trabalhado nos cursos de engenharia, sendo, quando empregado, na maioria das vezes, somente nos últimos períodos. A busca por atividades que empreguem conceitos apresentados pelas disciplinas básicas e os transforme em um equipamento, processo ou mesmo um serviço, seguindo as etapas de um projeto como um todo, desde sua contextualização até sua execução na íntegra, ou seja, com começo, meio e fim, pode ser uma maneira eficaz de sedimentar os conhecimentos das disciplinas básicas, além de mostrar ao aluno a aplicabilidade desses conceitos e aumentar sua motivação pelo curso, podendo assim diminuir o risco de evasão já nos primeiros anos. Isto acaba sendo o objetivo de disciplinas complementares dos cursos de engenharia conhecidas como “Contexto e prática em engenharia”.

Explorando oportunidades nesse cenário, este trabalho apresenta alguns resultados do desenvolvimento da disciplina Contexto e Prática em Engenharia Mecânica cursada por alunos do 4º e 5º período do curso de Engenharia Mecânica da UFJF, que culminou com o projeto e a execução de um equipamento para ensaio de desgaste, conhecido como “Tribômetro”. O equipamento projetado e fabricado pelos alunos, usou conceitos de cálculo, física, mecânica, materiais e eletricidade dentre outras disciplinas e permitiu realização de ensaios de desgaste que atendem padrões internacionais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O Engenheiro do Século XXI

Não diferente das outras profissões, as características ou qualidades dos profissionais de engenharia mudam com o tempo. Mussak (2003) descreve de maneira geral as características dos trabalhadores da era atual, também chamada era do conhecimento e enfatiza a importância das pessoas como o maior recurso das organizações. Segundo Mussak (2003), essas qualidades podem ser resumidas em oito palavras, sendo elas:

- Flexibilidade de modo a ser capaz de agir de acordo com as situações que se apresentam, atendendo às necessidades do mercado, adaptando-se às mudanças e propondo mudanças;



- Criatividade para processar as informações de maneira original e inovadora;
- Informação, no sentido de estar sempre atualizado;
- Comunicação de modo conseguir se expor com clareza e fazer corretamente a gestão do conhecimento;
- Responsabilidade, uma vez que ele terá que responder pelos seus atos e na maioria das vezes pelos atos de seus liderados;
- Empreendedorismo, com foco constante em agregar valor e melhorar resultado;
- Sociabilização, para saber lidar com as diferenças;
- Tecnologia, no sentido de adquirir intimidade com novas tecnologias.

O trabalho desenvolvido por Hundley et al (2011), numa iniciativa da ASEE (American Society for Engineering Education) em parceria com a IFEEES (International Federation of Engineering Education Societies) e outros parceiros, sobre atributos de um engenheiro global, corrobora diversos aspectos definidos por Mussak (2003), destacando os seguintes pontos: comunicação, liderança, flexibilidade, trabalho em equipe, curiosidade, desejo de aprender, padrões éticos e profissionalismo como qualidades fundamentais para um engenheiro global.

Bazzo et al (2011) comenta sobre o perfil do engenheiro e relata que a os graduando não estão sendo desenvolvidos dentro de um perfil de habilidades adequado para a indústria.

A disciplina contexto e prática em engenharia têm normalmente por objetivo o desenvolvimento de habilidades relativas a trabalho em equipe e execução de projetos. Para este desenvolvimento, o grupo de alunos precisa concatenar ou organizar as idéias de modo a executar o projeto ou colocar em prática a teoria acumulada até aquele período. O preâmbulo teoria e contextualização permitem a realização da prática com maior eficácia e a sinergia entre conhecimento, contextualização e execução pode fortalecer a relação ensino-aprendizado.

Moreira (2012) comenta que fazer bem o que precisa ser feito é uma competência que faz a diferença no mundo empresarial atual e destaca a disciplina pela ética do prazer no sedimentar conhecimento e saberes práticos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente foi apresentado para os quatro alunos matriculados, qual era o objetivo da disciplina e qual a utilidade e importância do equipamento a ser desenvolvido, tanto para o ensino e laboratórios da faculdade de engenharia, quanto para a comunidade, uma vez que a prefeitura de Juiz de Fora tinha solicitado à faculdade de engenharia um parecer sobre a abrasividade do asfalto do novo aeroporto regional que estava para ser inaugurado e este equipamento poderia atender essa demanda. Assim, todos entenderam a importância e a aplicabilidade do produto que iriam produzir, bem como onde e quando deveriam chegar ao objetivo. Também foi apresentado aos alunos o critério de avaliação, uma vez que a disciplina somava quatro créditos.

3.1 Projetos do equipamento

Nesta etapa, as idéias foram concatenadas e os alunos começam a colocar em prática os conhecimentos acumulados até aquele momento, de modo a realizar o projeto do equipamento. Para que isso ocorresse de modo objetivo, foram necessários inicialmente

duas aulas teóricas sobre desgaste e tribologia. Nestas aulas discutiram-se os tipos e mecanismo de desgaste, as normas e especificações empregadas para modelar e avaliar comportamento do desgaste e os tipos de ensaios.

Foi definido para os alunos que o equipamento a ser desenvolvido deveria atender aos requisitos da norma ASTM G99-95a(2000) e para ensaio pino contra disco. Inicialmente os tipos de desgaste a serem avaliados neste equipamento seriam: desgaste por deslizamento e desgaste abrasivo. O desgaste seria avaliado por perda de massa e os mecanismos atuantes por análise visual e análise por microscopia.

A Figura 1 mostra esquematicamente o equipamento inicialmente proposto. O equipamento constava de uma mesa onde era fixado o motor e apoiado o braço, o suporte do pirômetro e do disco. No braço era fixado o suporte do pino. Especificou-se o motor e todos os materiais a serem empregados.

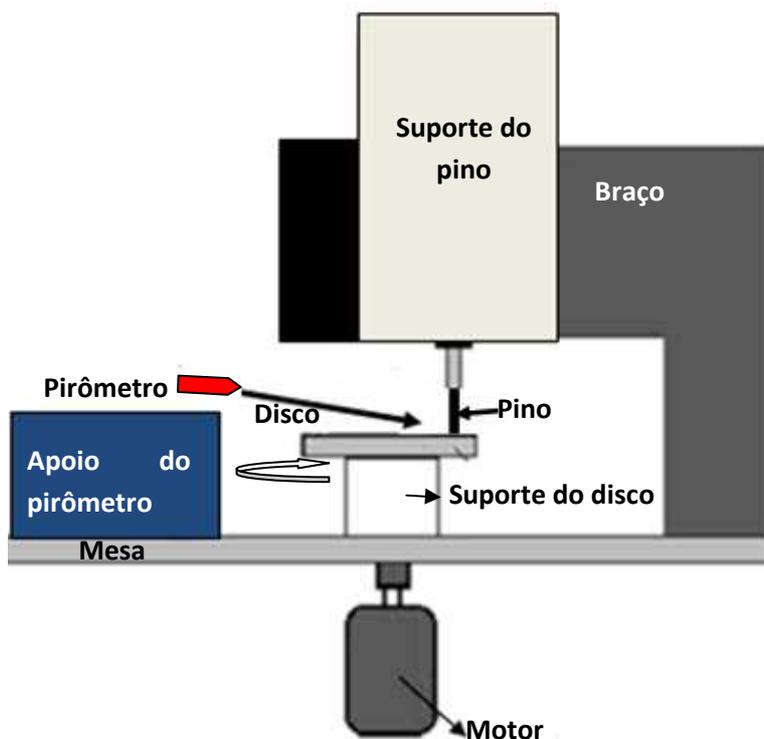


Figura 1. Representação esquemática do projeto inicial.

3.2 Validação do projeto

Nesta etapa, realizou-se o detalhamento do projeto. Para o dimensionamento de todas as peças, empregou-se a plataforma AutoCAD versão 2011. Com o desenvolver do projeto foram feitos ajustes e adaptações e foi alterada a mesa de apoio e a transmissão, que inicialmente partia direto do motor, sem possibilidade de variação da velocidade. Optou-se por uma transmissão indireta, utilizando polias, que seriam fundidas e usinadas na própria UFJF pelos alunos. Também houve uma proposta de tornar o equipamento mais versátil, sendo possível realizar ensaios rolo contra disco além dos ensaios pino contra disco normal. Com essa configuração seria possível simular o desgaste de um pneu de veículo ou uma roda de trem no conjunto rolo contra disco e desgastes gerais no conjunto pino contra disco no mesmo equipamento.

Após todas as discussões, chegou-se a um consenso final e definiu-se empregar uma base de ferro fundido existente na UFJF no lugar da mesa. Como já dito, essa base permitia colocar o motor na extremidade e utilizar polias na transmissão, de modo a poder variar as velocidades durante o ensaio. Na condição inicial só era possível trabalhar com uma velocidade. Esta foi mais uma melhoria em relação ao projeto inicial. A fixação do pirômetro passou a ser em um braço vertical.

Esta fase de ajustes, discussões e verdadeiros “brainstormings”, foi muito importante no processo, pois proporcionou um ambiente adequado a participação e ao trabalho em equipe. Nesta etapa começou a destacar as lideranças, e o orientador ou professor pôde participar para contribuir não somente no projeto, como também no controle das relações interpessoais do grupo e incentivo ao trabalho em equipe. Além disso, foi possível manter o time coeso, evitando que alguém dispersasse. Como se tratava de um grupo cooperativo, todos participavam efetivamente. Isso criou um ambiente motivador onde a troca de conhecimento ocorreu de forma natural.

3.3 Execução

Definido o projeto, partiu-se para a execução. De posse dos desenhos dos componentes que seriam fabricados por fundição, os alunos fizeram os modelos em madeira e ou isopor e fundiram as peças em alumínio em moldes de areia pelo processo cura frio. Foram fundidos o espaçador para fixação do motor e os suportes do pino para os ensaios pino contra disco. Como eles ainda não haviam cursado a disciplina de processos de fabricação, o suporte do professor foi fundamental, uma vez que o processo de fundição é complexo e envolve um grande número de variáveis. A Figura 2A mostra o molde do suporte do pino produzido em areia e a Figura 2B mostra a peça fundida. As Figuras 3, 4 e 5 ilustram o equipamento dentro da nova concepção, com uma base fundida, polias e transmissão e fixação do motor.

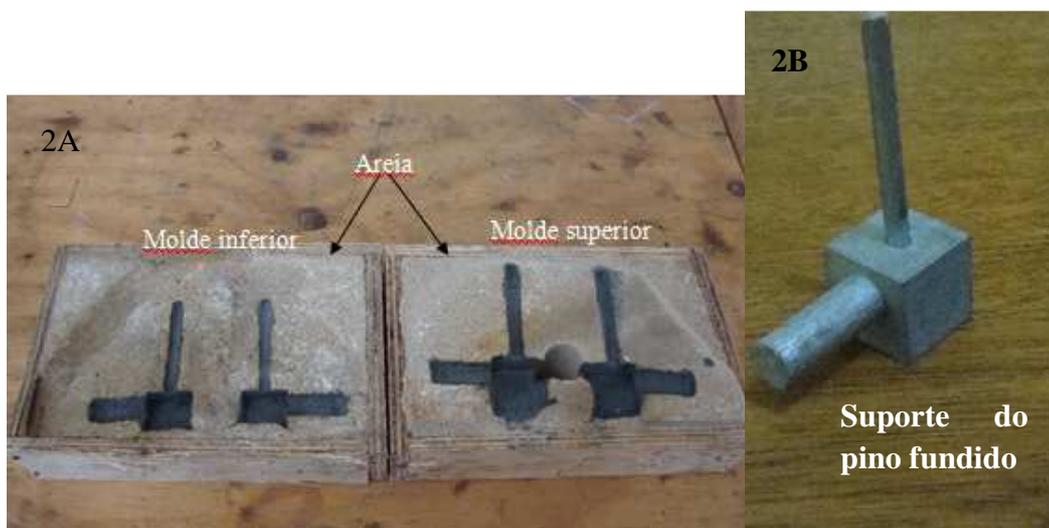
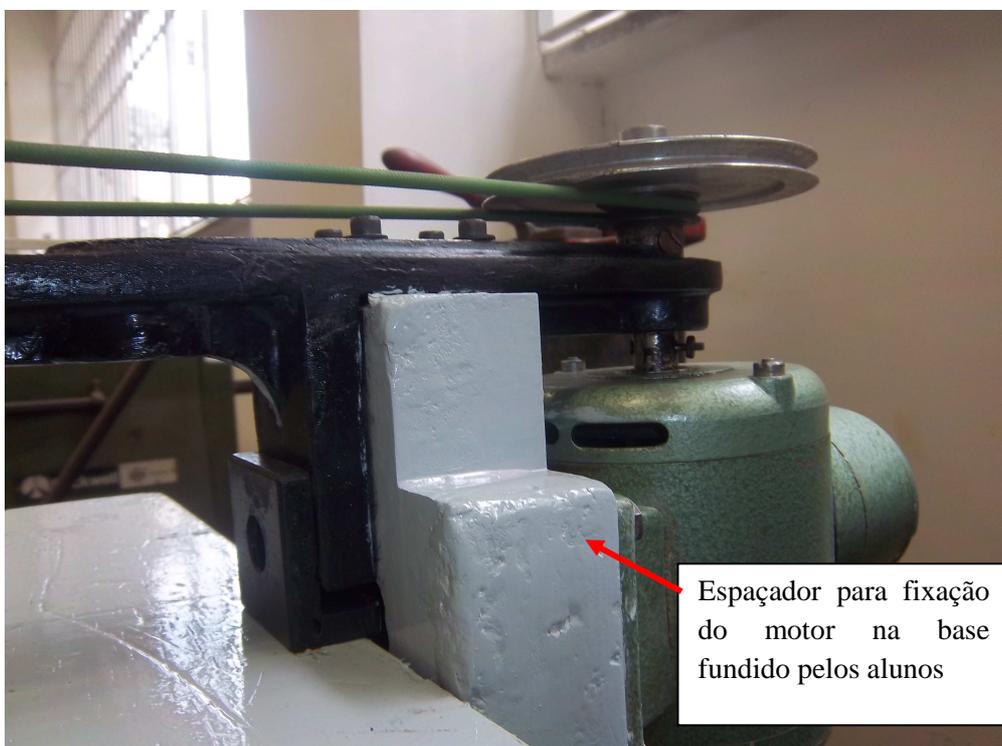


Figura 2. Moldes em areia cura frio (processo fenólico uretânico) usados na fundição do suporte do pino.



1. Apoio do pirômetro
2. Disco
3. Base fundida
4. Polia
5. Motor

Figura 3. Visão geral do tribômetro desenvolvido pelos alunos.



Espaceador para fixação
do motor na base
fundido pelos alunos

Figura 4. Fixação do motor e sistema de transmissão na região do motor.



Figura 5. Fixação do disco e sistema de transmissão do tribômetro.

Para a aplicação de carga e fixação dos corpos de prova, tanto do rolo quanto do pino, foi utilizado um braço fixado em uma travessa lateral com rosca sem fim conforme Figura 6. Esta travessa além de apoiar o braço, também permitia o seu deslocamento no sentido transversal ao disco de apoio dos corpos de prova. poderia ser realizados ensaios em diversas posições.



Figura 6. Sistema de fixação dos corpos de prova (pino ou rolo) no tribômetro.

No braço, foi adaptado um pino, que servia tanto de apoio quanto guia para aplicação da carga. A Figura 7A mostra o pino para apoio da carga e a Figura 7B e a aplicação da carga. Para o carregamento empregou-se pesos padrões calibrados de 1, 2 e 5 kg. Para aferição da força na região do contato empregou-se célula de carga. A Figura 8 mostra o processo de aferição da força aplicada nos ensaios.



Figura 7. Braço com o pino para apoio da carga (7A) e aplicação da carga (7B).

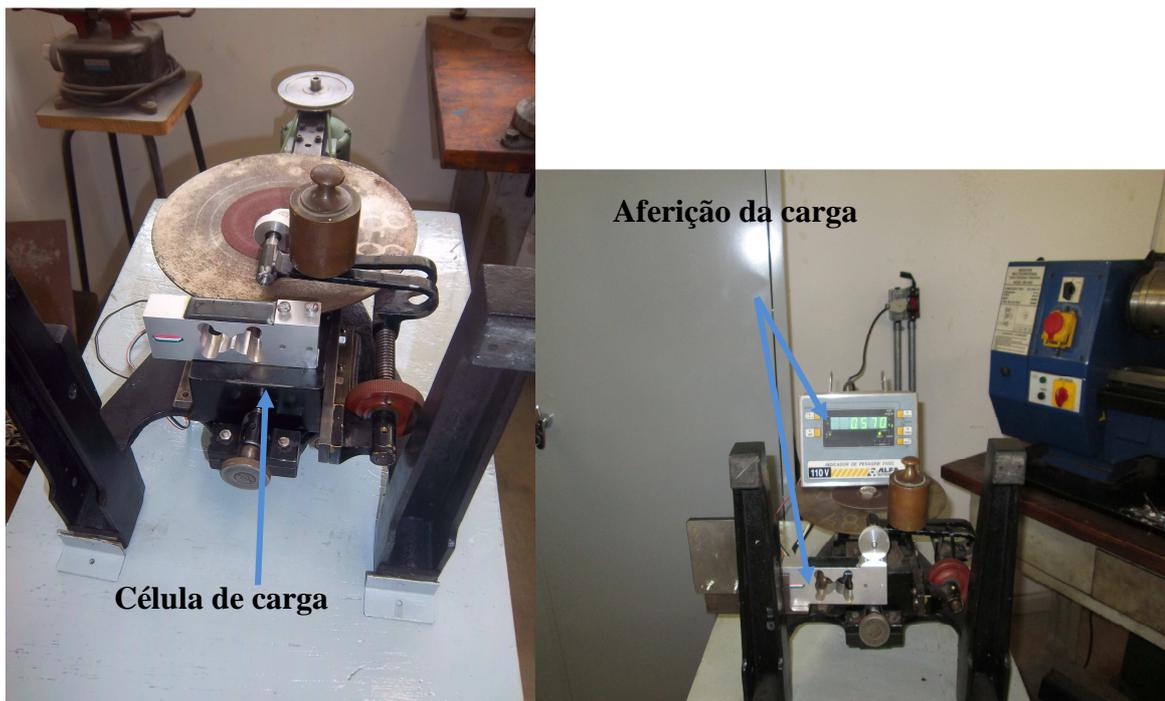


Figura 8. Sistema de aferição da carga para realização de ensaios no tribômetro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Desempenho do tribômetro

Depois de concluído o equipamento, foram realizados os testes e aferições. Em seguida, foram realizados ensaios de desgaste rolo contra disco em corpos de prova de alumínio, liga 1050, com dimensões de 30mm de diâmetro e 8mm de espessura e o

material do disco uma lixa para metal classe 80. O desgaste foi avaliado por perda de massa, sendo os corpos de prova pesados em balança com precisão de 0,001g. As avaliações de perda de massa eram realizadas a cada 5 minutos, e foi feito duas medições por carga. As cargas aplicadas foram 5,5N, 11N e 25,4N, que correspondiam às cargas obtidas com os pesos padrões disponíveis no laboratório de processos de produção da Faculdade de Engenharia da UFJF. Antes de iniciar os ensaios com cada carga, era realizada a aferição do equipamento.

A Figura 9 mostra a realização do ensaio de desgaste. A Figura 10 apresenta a superfície de desgaste de um dos corpos de prova analisada por microscopia óptica após o ensaio. Verificou-se escoamento lateral dos corpos de prova e desgaste abrasivo relacionado aos escorregamentos e a própria lixa.



Figura 9. Realização do ensaio de desgaste e testes da máquina.

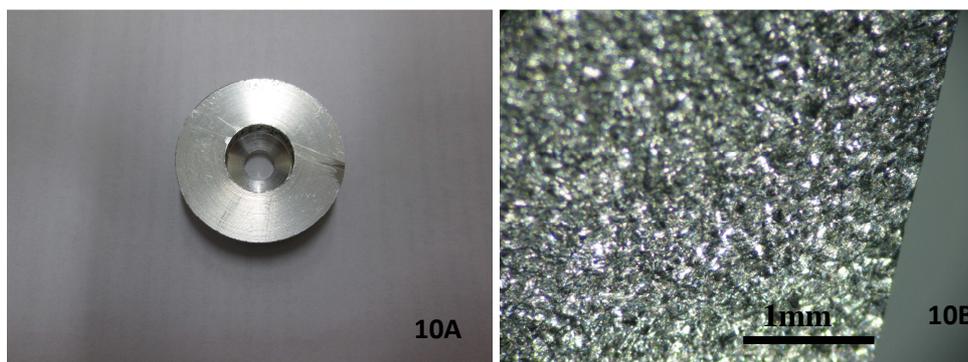


Figura 10. Foto do corpo de prova (10A) e sua superfície desgastada (10B).

A Figura 11 apresenta a variação da taxa de desgaste com o aumento da carga durante o ensaio. Verifica-se que a taxa de desgaste variou diretamente proporcional à carga. Este comportamento está de acordo com a lei de Archard (1957) apud Larsen-Basse (1992), que demonstra que em um regime de desgaste por deslizamento a taxa de

desgaste varia diretamente proporcional à carga. Os resultados estão em conformidade com a literatura.

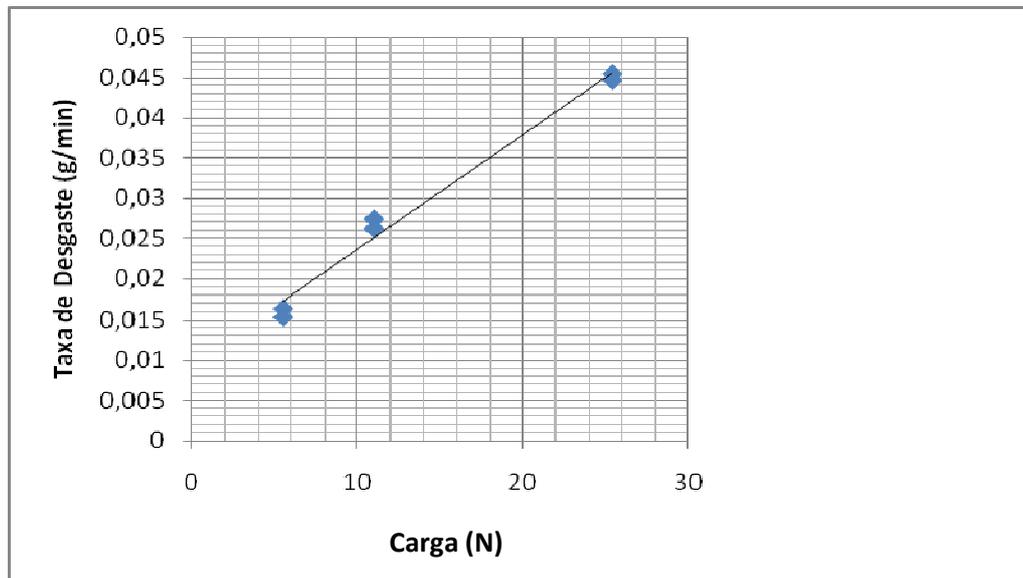


Figura 11. Variação da taxa de desgaste com a carga durante o ensaio.

4.1 Relação ensino-aprendizado

Algumas questões puderam ser respondidas com o desenvolvimento deste trabalho. Uma questão foi relacionada à importância de fazer para aprender. Verificou-se que executar foi uma grande oportunidade de por em prática e de sedimentar conhecimento que foram transmitidos ao longo dos dois primeiros anos do curso, como por exemplo o uso das relações de Newton, cálculo de momento fletor, rotação, diagrama de equilíbrio, estudo do atrito entre superfícies, cálculos matemáticos, estatísticas e até mesmo os conceitos metalúrgicos envolvidos no processo de deformação plástica, resistência dos materiais e estática.

No dimensionamento do motor empregou-se conceitos de motores elétricos. Foi possível também aplicar os conceitos teóricos de tribologia, assunto lecionado posteriormente na disciplina Gestão de Manutenção e de AutoCAD, que foi empregado no projeto. A fundição e a usinagem de algumas peças facilitou a compreensão das disciplinas do curso relacionadas a processos de fabricação (processos de conformação mecânica, fundição, usinagem e soldagem).

Outro ponto a destacar foi o importante trabalho em equipe, com sinergia e uma meta a cumprir. Todos conheciam o objetivo. Isto foi fundamental para que ele fosse alcançado.

Dentro das qualidades que um engenheiro global ou qualquer outro profissional do século 21 deveria ter, citadas por Mussak (2003), corroboradas por Hundley et al (2011), podemos citar a flexibilidade, o espírito colaborativo, a comunicação, desejo de aprender, criatividade, sociabilização e uso da tecnologia como características exercitadas pelos alunos nesse projeto. Cabe também salientar a grande motivação gerada por projetos deste tipo. Isto foi notório no time.



4. CONCLUSÃO

Pelo apresentado no trabalho, pode-se tirar as seguintes conclusões:

- O equipamento desenvolvido pelos alunos superou as expectativas iniciais do projeto, produzindo resultados em consonância com a literatura, além de ser mais versátil do que se pensou inicialmente, uma vez que atende a dois tipos de ensaios diferentes (pino contra disco e rolo contra disco);
- A execução do equipamento permitiu aos alunos aplicarem conhecimentos acumulados até aquele momento, principalmente das disciplinas básicas e algumas disciplinas do ciclo profissionalizante. Isto mostrou aos alunos a importância dessas disciplinas como fundamento para formação do engenheiro;
- As principais características que os profissionais engenheiros deste século precisam ter foram muito exercitadas e isto fortalecerá as competências destes jovens engenheiros. Normalmente nas disciplinas dos cursos regulares de engenharia mecânica estes temas não são abordados;
- A disciplina Contexto e prática em engenharia mecânica da UFJF permitiu aos alunos do curso abordarem conteúdos acumulados de forma organizada, concatenando as idéias sobre os temas vistos, refletindo sobre as possibilidades de sucesso e praticar seus conhecimentos na execução de um projeto.

Não obstante às dificuldades verificadas na aquisição de insumos, serviços e outros recursos, muitas vezes comuns nos ambientes acadêmicos, o projeto teve um planejamento e um cronograma atendido. Ou seja, começo, meio e fim. Isto pode parecer simples, mas faz uma diferença muito grande na formação dos alunos. O tema Execução tem sido discutido com muita frequência no meio empresarial, que destaca esta habilidade como uma função estratégica que diferencia o engenheiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL A. III Fórum de Gestores de Instituições de Educação em Engenharia. Rio de Janeiro ABENGE, 22 de maio de 2013.

BASSO, Walter Antonio et al. Desafios da educação em engenharia: Vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. 1ª ed. Blumenau, ABENGE/edifurb, p. 41-44, 2011, 205p.

HUNDLEY, S. P et al (2011). The attributes of a global engineer. International faculty development considerations. Disponível em:
<http://www.ifees.net/activities/ASEECMCSIG-IFEES.cfm>. Acesso em 10 jun. 2013.

LARSEN-BASSE J. Basic theory of solid friction. ASM Handbook, v. 18, p.30, 1992.

MOREIRA J. C. T. A execução como estratégia. Revista Marketing Industrial, São Paulo, v. 58, p. 5-9, 2012.

MUSSAK, Eugênio. Metacompetência: Uma visão do trabalho e da realização pessoal. 8ª Ed. São Paulo: Editora Gente, 2003. 203p.

RETTL, Ana Maria de Mattos et al.. Engenharia em Movimento. 1ª ed. Fortaleza ABENGE, p.19, 2011, 138p.



**CONTEXT AND PRACTICE IN MECHANICAL ENGINEERING
AT THE UFJF: AN EFFECTIVE WAY OF IMPROVING THE
PERFORMANCE OF THE TEACHING-LEARNING
RELATIONSHIP**

Abstract:

This paper presents a case study developed in the context and practice of mechanical engineering in UFJF, where students designed and manufactured a wear test machine. During the development of the work the students had a chance to apply the accumulated contents of Engineering Science Fundamentals and a series of attributes representing the desired competencies and characteristics needed by engineers in order to effectively live and work. Those characteristics such as leadership, teamwork, flexibility and creativity, translates the important outcomes for the professional engineer of the present century. The results, both in terms of equipment manufactured as the teaching-learning outperformed the expectations of students and also the educators.

Key-words: Context- Practice, Mechanical engineering, Wear test machine.