



PRÁTICA EDUCATIVA DE APRENDIZADO VIRTUAL COMO FERRAMENTA DE APOIO AO ENSINO DE TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO PREDITIVA¹

Everton Coelho de Medeiros²
Mauro Hugo Mathias²

RESUMO

A manutenção preditiva de máquinas tem se consolidado como uma ferramenta importante para evitar paradas inesperadas de produção e reduzir custos de manutenção. A análise de vibrações é considerada uma das ferramentas mais efetivas de suporte a área de manutenção preditiva. Conceitos e conhecimentos relacionados aos procedimentos de ensaios, coleta e processamento de sinais de vibração aplicados à análise da condição de máquinas e equipamentos são cada vez mais necessários aos profissionais do meio industrial de países emergentes. A caracterização da assinatura de vibrações e o diagnóstico dos diferentes mecanismos de falhas em máquinas rotativas não são triviais. O desenvolvimento de plataformas de ensaios em laboratório é um importante recurso aplicado a demonstração e ao diagnóstico dos principais tipos de falhas em máquinas. O desenvolvimento de ferramentas de ensino virtual aliado a resultados de práticas experimentais em bancadas didáticas proporciona vantagens na prática acadêmica com relação a segurança, a redução de custos e disseminação de informações. As ferramentas virtuais de ensino, além de permitir o treinamento à distância, também possibilitam que os usuários desenvolvam suas próprias ferramentas de processamento e análise de sinais a partir de bancos de dados orientados as condições que simulem os mecanismos de falhas em máquinas. O projeto desenvolvido tem por objetivo utilizar ferramentas virtuais de colaboração em massa no apoio ao ensino de técnicas de manutenção preditiva. Foi desenvolvido um material áudio visual utilizando conceitos de instrumentação virtual de análise e processamento de sinais aplicado à caracterização dos principais mecanismos de falhas em máquinas industriais. A ferramenta colaborativa de ensino foi estruturada a partir de procedimentos experimentais em bancadas de simulação de falhas em máquinas e através de instrumentação virtual baseada nas plataformas LabVIEWTM e MatlabTM.

Palavras-chave: Educação à distância. Tecnologia de Informação e Comunicação. Gestão do Conhecimento. Colaboração em massa. Manutenção preditiva.

INTRODUÇÃO

As técnicas de manutenção têm evoluído com o passar do tempo, adquirindo um importante papel na melhoria da qualidade e aumento da produtividade das plantas industriais. A área de manutenção hoje está incorporada a cultura das empresas como uma ferramenta de aumento de lucros, não sendo mais considerada com um “mal necessário” ([OLIVEIRA, 2005](#)). Na indústria de forma geral são praticadas três tipos de

¹ Premiada em 2º lugar na área Educação, modalidade pôster. Correspondência: mcn11003@feg.unesp.br

² Departamento de Mecânica, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá, SP.

manutenção, a mencionar: a corretiva, a preventiva e a preditiva. Estes tipos de manutenção em termos cronológicos evoluíram a partir da década de 30 do século XX ([KARDEC; NASCIF, 1999](#)).

Os estudos das técnicas de manutenção vêm se desenvolvendo com intuito de reduzir gastos, aumentar a produtividade e aperfeiçoar os processos de fabricação. Nesses aspectos, a técnica da manutenção preditiva se destaca quando comparada as demais, visto que a implantação de um programa de manutenção preditiva pode resultar na diminuição dos custos através dos mecanismos de identificação de geração de falhas e de suas causas, ocasionando com isto um aumento da disponibilidade dos equipamentos e máquinas ([NEPOMUCENO, 1999](#)).

A manutenção preditiva baseia-se na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Um aspecto relevante relacionado à manutenção preditiva é a possibilidade de maior aproveitamento da vida útil dos componentes da máquina, permitindo a reposição somente dos itens realmente necessários ([MATHIAS, 2011](#)).

Dentro da manutenção preditiva existem diversas técnicas de ensaios não destrutivos, dentre elas estão: a análise de vibrações, análise de óleo, ferrografia, termografia, emissão acústica, etc. A análise de vibrações é considerada como uma das técnicas mais efetivas na detecção de falhas em máquinas e equipamentos, portanto é fundamental a capacitação de equipes especializadas para trabalhar com estas técnicas de apoio à área de manutenção preditiva ([GIRDHAR; SCHEFFER, 2004](#)). Na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá/UNESP existe uma disciplina optativa focada ao ensino de técnicas de Manutenção Preditiva, sendo a principal delas a de análise de vibrações.

Considerando-se que algumas vezes existe uma distância geográfica ou pouco tempo de instrução da disciplina, o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) na difusão de conhecimento é de grande eficiência e suporte ao ensino. Por isso, este trabalho tem o foco de desenvolver ferramentas baseadas em ambientes virtuais no suporte ao ensino da disciplina de Manutenção Preditiva ministrada na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá/UNESP. Dentre as ferramentas desenvolvidas estão: apresentações visuais com o conteúdo a ser ministrado em classe, banco de dados com diversos sinais de vibrações a serem tratados, e principalmente experiências laboratoriais previamente realizadas para demonstração dos conceitos adquiridos em sala de aula.

METODOLOGIA

O trabalho em desenvolvimento consistiu da análise do plano de ensino do curso de Manutenção Preditiva e em seguida na passagem dos principais tópicos para o ambiente virtual. Nesta passagem dos tópicos para ambiente multimídia de ensino, se destacam principalmente a: discussão das principais normas utilizadas na manutenção preditiva; descrição de sistemas de aquisição de dados; conceitos básicos de processamento de sinais aplicadas à análise de vibrações; e identificação dos principais mecanismos de falhas em máquinas e equipamentos.

Os materiais virtuais desenvolvidos estão baseados principalmente em apresentações visuais, resumos específicos da matéria (Figura 1) e mídias digitais.

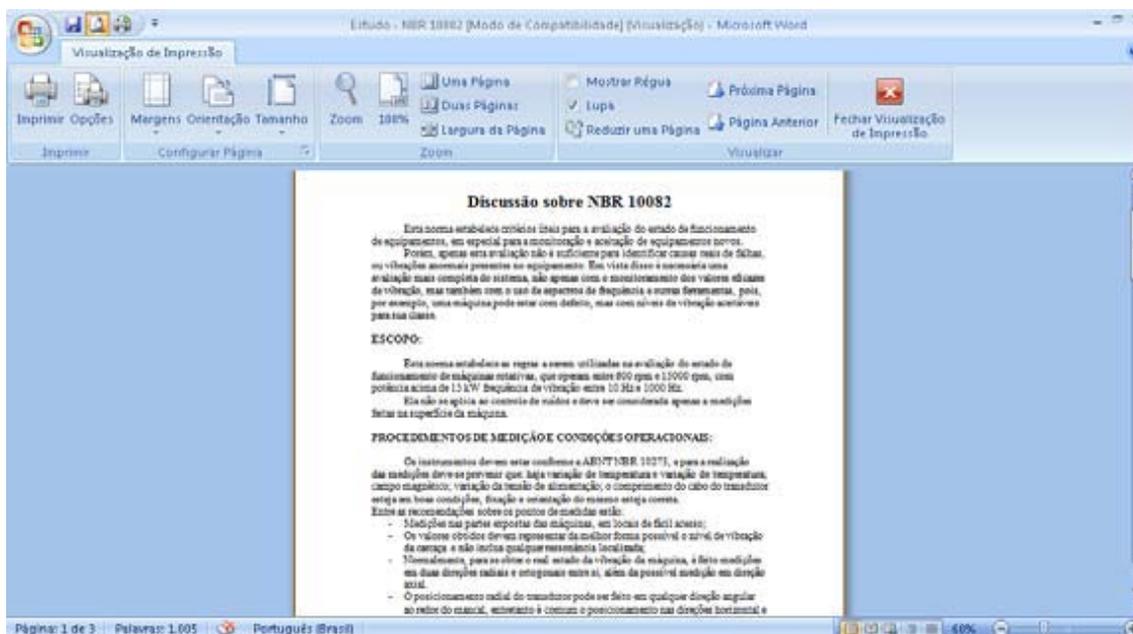


Figura 1. Exemplo de resumo relacionado a norma NBR 10082.

Os vídeos produzidos foram alocados no domínio do site Youtube (Figura 2) e as apresentações visuais juntamente com outros materiais desenvolvidos (resumos e banco de sinais para análise) foram hospedados no ambiente virtual do Teleduc, onde nele é possível o cadastro dos alunos que estão realizando o curso para poderem acompanhar a evolução do curso a cada aula que se passa (Figura 3).

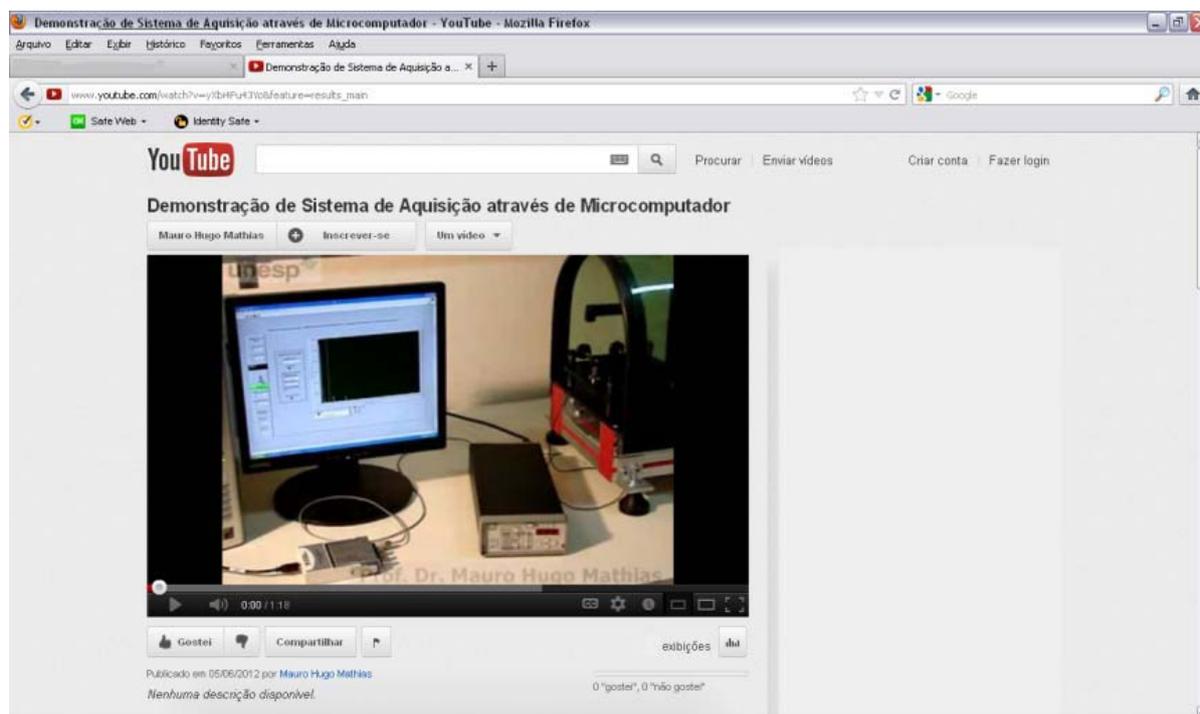


Figura 2. Exemplo de vídeo de demonstração hospedado no site Youtube.

Falhas em engrenagens

Modos de Falha

- Folga insuficiente entre os dentes:

Se a folga entre os dentes for muito pequena, resulta em esforço extra no engrenamento e no desengrenamento, alterando o espectro aumentando a amplitude da frequência 2^*Fe .

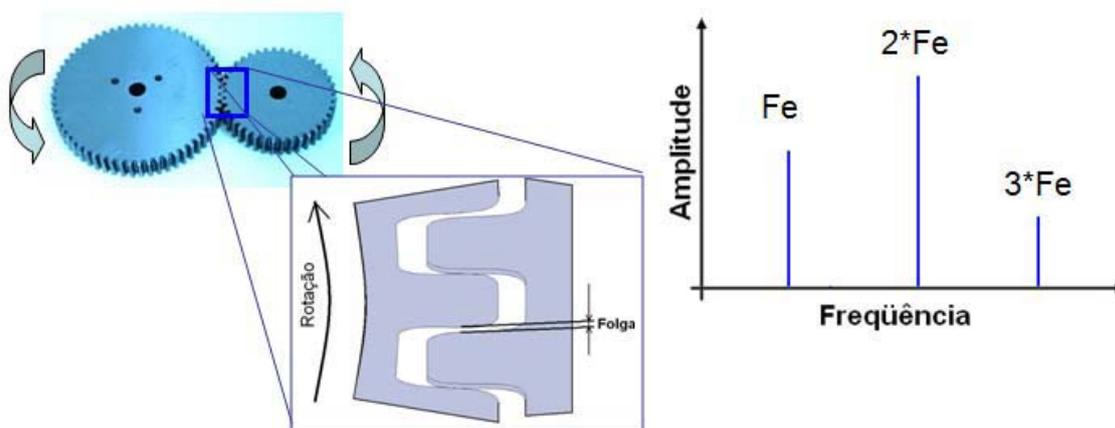


Figura 3. Apresentação visual com demonstração de mecanismos de falhas em sistemas engrenados.

A conexão da plataforma Teleduc com o site Youtube onde estão os vídeos é feita a partir da criação de hiperlinks presentes nas apresentações visuais.

RESULTADOS

Parte do material desenvolvido já foi utilizada no apoio do ensino à disciplina de Manutenção Preditiva no 1º semestre de 2012, principalmente o uso dos vídeos de experiências laboratoriais, ganhando assim em tempo e facilidade para as aulas teóricas.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do material para o apoio ao ensino de técnicas de manutenção preditiva têm tido resultado favorável até o momento, principalmente com relação ao uso dos experimentos pré-gravados facilitando assim o entendimento da aula e evitando possíveis contratempos relacionados ao preparo de experimentos.

Com isso pode-se concluir que a implementação de ambientes virtuais no apoio ao ensino auxiliam de forma eficiente no decorrer das aulas, possibilitando que aluno



aproveite o curso integralmente e o acesse para ver outros materiais relacionados ao mesmo.

O projeto agora foca no desenvolvimento de experimentos, mas aplicados em outras bancadas de ensaio, podendo assim que o aluno possa ver uma generalização dos possíveis casos de defeito em máquinas e equipamentos industriais.

REFERÊNCIAS

[GIRDHAR, P.; SCHEFFER, C.](#) **Machinery vibration analysis and predictive maintenance**. Burlington: Ed. Elsevier, 2004.

[KARDEC, A.; NASCIF, J.](#) **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

[NEPOMUCENO, L. X.](#) **Técnicas de manutenção preditiva**. v. 1. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

[MATHIAS, M. H.](#) **Apostila de manutenção preditiva**. Guaratinguetá, SP, 2011.

[OLIVEIRA, R. J. G.](#) **Implementação de técnicas de processamento de sinais para o monitoramento da condição de mancais de rolamento**. Guaratinguetá, 2005. 87 f. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2005.