

Nº Comité de Estudio: 11

Nº IV SESEP: CE11. 05

PROLUB - A REALIDADE DE UMA LUBRIFICAÇÃO PLANEJADA

Eduardo Moreira
Itaipu Binacional

João Carlos Sihvenger
Itaipu Binacional

Cleber de Souza Pimenta
Itaipu Binacional

Gabriel Caballero A.
Itaipu Binacional

Vicente P.C.S. Dias
Itaipu Binacional

Fermin Jou

Luiz Carlos Guerra
Itaipu Binacional, lguerra@itaipu.gov.br
Fone: (061) 599-2487

RESUMO

A ITAIPU BINACIONAL para atender ao exigente mercado energético paraguaio e brasileiro, necessita de uma quantidade significativa de equipamentos. Estes equipamentos caracterizam-se pela sua complexidade e sua dimensão, acarretando demanda de grande volume de óleo hidráulico e lubrificante.

Para estender ao máximo a vida útil de um lubrificante e reduzir ao mínimo seu custo de manutenção e riscos de parada, faz-se necessário um processo de lubrificação eficaz e planejado.

Este informe técnico apresenta as ações tomadas no sentido de organizar e otimizar o “**processo de lubrificação**” na ITAIPU BINACIONAL. O processo de lubrificação contempla desde a aquisição do lubrificante, passando pelo armazenamento, manuseio, acompanhamento de desempenho, processo de recuperação até a formação do pessoal envolvido na lubrificação.

Palavras chaves:

Processo de Lubrificação, Lubrificação Planejada, Lubrificantes.

A Itaipu Binacional para fornecer com qualidade, o maior bloco de energia do mundo, dispõe de uma quantidade expressiva de equipamentos que dependem fundamentalmente dos agentes lubrificantes para o seu perfeito funcionamento. O lubrificante está para o equipamento, assim como o “sangue” está para o corpo humano, no sentido de proporcionar uma vida saudável.

Contabilizando os principais volumes existentes na Itaipu Binacional, tem-se aproximadamente 1.350.000 litros de óleo, significando um valor imobilizado em torno de R\$ 3.930.000,00.

Levando-se em conta que um bom óleo pode ser usado por mais de 20 anos, desde que sejam tomadas certas medidas preventivas por parte de seus usuários, obviamente, conclui-se que não se pode substituir a carga de óleo dos equipamentos de uma hidrelétrica, como rotineiramente se faz em um automóvel. Deve-se ter em conta também que o petróleo é um recurso não renovável e seu descarte pode ser nocivo ao meio ambiente.

Considerando o contexto acima mencionado, foi idealizado em 1992, um Projeto de Lubrificação Planejada, denominado PROLUB, que tem como finalidades básicas, a otimização do processo de lubrificação no sentido de maximizar a confiabilidade dos equipamentos, reduzir os custos de manutenção e preservar o meio ambiente.

O presente trabalho relata os conceitos técnicos que fundamentaram o Prolub, bem como os resultados obtidos com sua implementação, até o momento atual.

1. INTRODUÇÃO



COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

2. O QUE É "PROLUB" ???

Para explicar o significado da sigla **Prolub**, "**PROJETO DE LUBRIFICAÇÃO PLANEJADA**", é conveniente conceituar cada termo que compõem a sua descrição:

"**Projeto**" é um plano, empreendimento ou intenção de realização de um objetivo proposto.

O conceito de "**LUBRIFICAÇÃO**" consiste na interação dos conceitos de Lubrificar, Lubrificante e Lubrificação propriamente dita.

Lubrificar é interpor uma película de um fluido adequado, entre superfícies com movimento relativo, de maneira que se reduza ao mínimo o atrito, o aquecimento e conseqüentemente o desgaste. O fluido que forma a película é denominado "**lubrificante**" e a sua aplicação chama-se "**lubrificação**".

No conceito "**lubrificante**" inclui-se outras funções além de simplesmente lubrificar. Dentre as várias funções de um lubrificante podem se destacar as seguintes:

Lubrificar - é a função primária do óleo lubrificante, sendo conseguida através da redução da fricção e do desgaste;

Resfriar - dissipando a maior parte do calor gerado;

Proteger - defendendo as superfícies metálicas contra a corrosão;

Limpar - removendo partículas provenientes do desgaste bem como outros materiais estranhos;

Vedar - impedindo as contaminações externas através de uma viscosidade adequada do lubrificante;

Transmitir Força - nos sistemas hidráulicos, o óleo lubrificante tem também a finalidade de transmitir força para movimentação de êmbolos.

Entende-se por lubrificação "**PLANEJADA**", a conjugação de seis fatores em relação ao lubrificante:

TIPO.....Certo;

QUALIDADE.....Certa;

QUANTIDADE.....Certa;

CONDIÇÃO.....Certa;

LOCAL..... Certo;

OCASIÃO.....Certa

3. PROCESSO DE LUBRIFICAÇÃO

O processo de Lubrificação não se limita simplesmente à interpor uma película, com propriedades adequadas entre superfícies móveis. Ele é mais abrangente, podendo ser apresentado nas seguintes dimensões:

3.1 - PROJETO DO EQUIPAMENTO

A escolha adequada de um lubrificante é freqüentemente responsável pelo funcionamento eficiente ou não de uma máquina.

A seleção do lubrificante para cumprir as finalidades do local em que será empregado, depende inicialmente do projeto e do conhecimento das características gerais de operação do equipamento, levando em consideração a velocidade, carga, temperatura e os possíveis contaminantes.

3.2 - AQUISIÇÃO DO LUBRIFICANTE

Para aquisição do lubrificante, sugere-se elaborar as seguintes especificações de compra, tais como:

- Especificações de Composição - prescrever métodos de refinação e manufatura, componentes e aditivos empregados e até estabelecer a origem do cru.
- Especificações Físicas - estabelecer propriedades físicas e químicas, capazes de serem medidas, em qualquer laboratório, por métodos de ensaios normalizados, em pequenas amostras que representem as condições do produto por ocasião do ensaio.
- Especificações de Comportamento - solicitar ensaios de desempenho ou mesmo uma declaração ou garantia do futuro comportamento do óleo em serviço.

A prova definitiva da qualidade dos óleos lubrificantes é a "*Eficiência do Lubrificante em Serviço*".

3.3 - ARMAZENAGEM DO LUBRIFICANTE

Para que a lubrificação venha a render o máximo, é preciso não só escolher o melhor lubrificante, mas também assegurar-se de que suas características não sejam prejudicadas por contaminação ou por outros inconvenientes ocasionados por um armazenamento incorreto.

No caso das usinas hidrelétricas, os óleos são normalmente fornecidos em tambores, que devem ser armazenados livre das variações de temperatura decorrentes da exposição ao sol e ao orvalho da noite. A armazenagem em local abrigado dos lubrificantes deve ser feita tendo em vista as facilidades de carga e descarga e os pontos de consumo. Não sendo possível a armazenagem abrigada dos lubrificantes, deve-se sempre evitar a armazenagem ao sol e à chuva, devido os recipientes quando expostos as intempéries, terem os nomes rapidamente apagados, o que facilita enganos na aplicação dos lubrificantes, além da possibilidade de contaminação por água, ferrugem e sujeira.

A armazenagem ao relento, quando inevitável, deve ser considerada como uma medida temporária e os tambores devem ser deitados sobre suportes de madeira ou metal e guardados sob um abrigo provisório. Se não existir um abrigo provisório, os tambores deverão ser cobertos com uma lona encerada.

3.4 - MANUSEIO DO LUBRIFICANTE

Os óleos são acondicionados no almoxarifado ou no entreposto próximo aos equipamentos a serem lubrificados. O manuseio dos lubrificantes refere-se aos cuidados que devemos ter na transposição dos locais de armazenamento até o ponto de lubrificação, pois seria lamentável que se perdesse a alta qualidade dos lubrificantes, devido a um manuseio negligente.



COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

O manuseio adequado deve considerar a ausência de contaminação, eliminação de qualquer possibilidade de mistura, cumprimento dos planos de lubrificação e preservação da segurança pessoal e dos equipamentos.

3.5 - ACOMPANHAMENTO DE DESEMPENHO

Grandes cargas de óleo lubrificante, cuja vida útil pode ser estendida indefinidamente, merecem um sistema de acompanhamento do seu desempenho. Um resultado isolado nada diz a respeito de um produto. O conjunto de resultados de uma amostra já permite algumas conclusões. Entretanto um diagnóstico do produto e das condições do equipamento somente poderá ser preciso se baseado em uma série de amostras devidamente identificadas, conhecendo-se também o histórico do equipamento. Portanto é necessária uma sistemática de acompanhamento de desempenho do lubrificante e sua implantação reduz os custos de manutenção. Para a implementação do acompanhamento de desempenho devem ser considerados alguns fatores como: planilha de lubrificação, racionalização do número de tipos de lubrificantes, controle da lubrificação, aplicação dos lubrificantes, organização da manutenção, análise dos resultados de ensaios.

Um lubrificante teria vida útil ilimitada se pudesse estar livre dos agentes contaminantes. É aceito universalmente, que a perda das características protetoras de um lubrificante se processa gradualmente, bem como a elevação dos fatores contaminantes. Portanto, a maneira correta de se efetuar o controle de tempo de serviço é executar ensaios periódicos a intervalos regulares, de modo a poder-se relacionar o tempo com a evolução do lubrificante em serviço.

3.6 - PURIFICAÇÃO

O óleo lubrificante por si só não se desgasta, senão em pequena parcela. Um lubrificante teria vida útil ilimitada, se pudesse estar livre dos agentes contaminantes; conhece-se tipos de aplicação em que ele dura tanto quanto a máquina. A preocupação máxima ao controlar o uso dos lubrificantes, por análises, é a de identificar, controlar e combater, se possível, os contaminantes.

É, geralmente, possível remover completamente os contaminantes, através de uma purificação eficiente. O material estranho existente no óleo pode ser usualmente determinado, visualmente, e a natureza dos contaminantes pode ser identificada por ensaios de laboratório. Assim, o óleo de turbina deve ser purificado periodicamente, por uma seqüência de processos que removam, integralmente, os contaminantes e os produtos de oxidação. Usualmente para a recuperação de óleo lubrificante são utilizados os processos físicos tais como por gravidade, por centrifugação ou por filtragem mecânica e para a regeneração processos químicos tais como adsorção e posterior readitivação.

3.7 - ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA

No constante progresso da técnica, sem dúvida, um fator importante, é a luta do homem contra o atrito, com vista à descoberta de novos horizontes e obtenção do máximo rendimento na utilização do equipamento. No combate ao atrito aparece como fator predominante o lubrificante.

A vida útil das peças de máquinas lubrificadas depende decisivamente da otimização do elemento construtivo lubrificante.

Deve-se considerar o constante avanço tecnológico dos equipamentos e lubrificantes no sentido de se manter atualizado, bem como desenvolver pesquisas objetivando novos avanços.

4 - REALIZAÇÕES DO PROLUB

A "Equipe de Desenvolvimento" do Prolub, cuja característica básica é ser norteada por uma gestão participativa, é composta de elementos da Execução da Manutenção, da Engenharia de Manutenção e do Laboratório Físico-Químico da Itaipu Binacional. Desde a sua implantação, o PROLUB trouxe inúmeros resultados e apresentamos a seguir os principais, grupados nas dimensões citadas do "processo de lubrificação".

4.1 - PROJETO DO EQUIPAMENTO

- Definição dos "Procedimentos de utilização" do Sistema de Transferência e Tratamento de óleo;
- Modificação do "projeto" das tubulações de saída dos tanques, na sala de tratamento de óleo lubrificante, para viabilizar utilização dos tanques;
- Instalação de "ponto de coleta de amostra" de óleo, para Mancal Combinado, das Unidades Geradoras;
- Substituição do óleo mineral dos compressores do RV e Grupo Diesel por "óleo sintético";
- Automação na "purificação" do óleo do Sistema de Regulação.

4.2 - AQUISIÇÃO DO LUBRIFICANTE

- Definição de "estoque de segurança" de óleo Marbrax TR-50 (aproximadamente 40.000 litros);
- Análise do "óleo novo" na recepção dos lubrificantes;
- Aquisição do pacote de "aditivo" do Marbrax TR-50, da Petrobras.

4.3 - ARMAZENAMENTO DO LUBRIFICANTE

- Levantamento de "óleos usados" estocados no almoxarifado e na CHI, e emissão de parecer técnico quanto a sua alienação;
- Armazenagem em "local" abrigado;
- Elaboração de recomendação técnica quanto aos "procedimentos de estocagem" de óleo lubrificante.

4.4 - MANUSEIO DO LUBRIFICANTE

- Compra de "carretas" de fibra para tratamento/transporte de cargas de óleo;
- Aquisição de "dispositivos, instrumentos e materiais" de lubrificação;
- "Procedimento" para executar limpeza interna do acumulador ar/óleo e tanque sem pressão do RV.



COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

IV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA
30 de Noviembre al 02 de Diciembre de 2000
CIGRE PARAGUAY

4.5 - ACOMPANHAMENTO DE DESEMPENHO

- Elaboração e otimização da "documentação" pertinente à área de Lubrificação;
- "Sistematização" da coleta de amostra de óleo, através da Solicitação de Serviço Periódico "SSP" por Conjunto de Unidades de Manutenção;
- Melhoria na "performance" do óleo e dos equipamentos que compõem a subunidade de Regulação de Velocidade;
- Identificação e aquisição de "equipamentos" relacionados com o processo de lubrificação, para capacitação do laboratório de IB na área de óleo lubrificante;
- Padronização dos "ensaios" de acompanhamento das cargas;
- Melhoria no "relacionamento técnico" entre Itaipu e Petrobrás.

4.6 - PURIFICAÇÃO

- Pesquisa referente utilização de equipamento "termo vácuo" (Mícafil) na purificação do óleo Marbrax TR-50;
- Operacionalização da centrífuga (Alfa Laval) para purificação de óleo contaminado com água;
- Pesquisa referente purificação de cargas de óleo utilizando equipamento Osca.

4.7 - PESQUISAS

- Pesquisa referente a formação de espuma no óleo do Rv;
- Pesquisa quanto a presença de espuma no óleo do tanque de compensação da Tomada D'água;
- Viabilização do convênio Itaipu/Lactec;
- Pesquisa dos aditivos que compõem o óleo de turbina por meio de simulações em laboratório;
- Realização de ensaio de envelhecimento de óleo lubrificante;
- Readitivação de carga de óleo do regulador de velocidade U#13;
- Aditivção de carga de óleo do Mancal Combinado com aditivo antiespumante;
- Pesquisa de diversas graxas de fabricantes distintos, no sistema de ventilação.

4.8 FORMAÇÃO DO PESSOAL ENVOLVIDO

- Conscientização, quanto a "importância da lubrificação" por parte do pessoal envolvido;
- Início do processo de "formação do pessoal" envolvido com a lubrificação de equipamentos, através da exposição de assuntos técnicos por ocasião das reuniões do PROLUB;
- Curso de "ferrografia" ministrado pela Reprin;
- Treinamento interno para o pessoal envolvido com lubrificação (EQUILUB);
- Participação no Seminário Brasileiro de Lubrificantes e Lubrificação;
- Participação no Encontro Técnico CFQ/COPEL;
- Visita técnica a CEMIG, referente a readitivação e regeneração de óleo lubrificante;
- Palestra referente sistema filtragem/purificação de óleo;
- Palestra sobre óleos lubrificantes e graxas, ministrada por técnicos da SHELL;

- Palestra sobre lubrificantes especiais, ministrada pela Molykote;
- Palestra sobre graxas, ministrada por técnicos da Petrobrás;
- Palestra sobre readitivação de óleo;
- Palestra sobre sistema de purificação de óleo da Osca.

5. CONCLUSÕES

No desenvolvimento deste informe técnico percebe-se, nitidamente, a abrangência do processo de lubrificação. Está superado aquele conceito antigo, que confundia "lubrificação" com o ato de colocar "graxa" no equipamento. O "processo de lubrificação" transcende completamente este conceito, devendo ser vivenciado nas várias dimensões abordadas.

A "LUBRIFICAÇÃO PLANEJADA", adotada pela Itaipu Binacional para a gestão do processo de lubrificação, mostrou-se eficaz, haja vista, os resultados alcançados com sua implantação.

No "plano de ação" elaborado para o biênio 2000/2001 nosso principal desafio é a "preservação do meio ambiente". Para tanto, várias ações gerenciais e técnicas estão sendo realizadas.

De todos os resultados obtidos, se tivéssemos que destacar um, por certo que seria a "formação do pessoal" envolvido na lubrificação, pois acreditamos que é a partir de "ATITUDES RESPONSÁVEIS" dos mecânicos e analistas da manutenção que depende o "SUCESSO DO PROCESSO DE LUBRIFICAÇÃO".

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOURA, C.R.S.; CARRETEIRO, R.P. - Lubrificantes e lubrificação. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1975.

PETROBRÁS DISTRIBUIDORA S.A. - Fundamentos de lubrificação e análise de óleos usados. Boletim Técnico, Rio de Janeiro.

PIRES, O.A.L.A. - Lubrificação. São Paulo, Edição especial.

SCHWARZ, V.A. - Construção de máquinas, Itajubá, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, 1983.

SHELL DO BRASIL - Curso de lubrificação Industrial. Vários volumes, Brasil, Edição especial.

ASTM, Book of ASTM Standards - Petroleum products and lubricants. Parts 23 and 24, Philadelphia, 1978.

CAMERON, A. - The principles of lubrication. London, Longmans Green, 1966.



COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

CORRÊA, L.O.B. - Óleo de turbina para uso em Usinas Hidrelétricas. Recife, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO - Curso de lubrificantes e lubrificação. Rio de Janeiro, 1984.

MOBIL OIL DO BRASIL LTDA. - Fundamentos da lubrificação. São Paulo, 1979.

IV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA
30 de Noviembre al 02 de Diciembre de 2000
CIGRE PARAGUAY