



**Universidade Santa Cecília**  
**Pós-Graduação em Engenharia da Confiabilidade**

**Eng. Felipe Andrade da Silva Santos**

Eficiência Energética com o Emprego de Lubrificantes Especiais

**SANTOS – SP**



**Universidade Santa Cecília**  
**Pós-Graduação em Engenharia da Confiabilidade**

**Eng. Felipe Andrade da Silva Santos**

Eficiência Energética com o Emprego de Lubrificantes Especiais

Artigo apresentado como atividade da disciplina de Tribologia e Lubrificação aplicada, introdução a engenharia da confiabilidade com o objetivo de proporcionar conhecimentos específicos na área de confiabilidade.

**SANTOS - SP**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	4
4. CONCLUSÃO.....	6
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	8

## 1. INTRODUÇÃO

A Tribologia vem do grego 'tribo' e que tem o significado 'esfregar, atritar, friccionar'; e o 'logos' que tem o significado de 'estudo'. Tal técnica foi definida em 1966 como sendo “A ciência e tecnologia da interação de superfícies em movimento relativo e assuntos e práticas relacionados”. ("The science and technology of interacting surfaces in relative motion and of related subjects and practices").

Já a descoberta da Tribologia foi atribuída a três cientistas, um Russo, Nicolai Petrov (1836-1920) e dois Britânicos: Beauchamp Tower (1845-1904) e Osborne Reynolds (1842-1912); e então tiveram a percepção de que o método de lubrificação não ocorria devido ao contato/atrito mecânico das partes sólidas, mas sim devido a um filme de uma película que as separava.

Nicolai Petrov (1883-1886) posteriormente identificou outros 2 pontos importantes relacionados ao atrito, onde o primeiro, dizia que a propriedade importante relacionada atrito não seria a densidade, mas sim a viscosidade; e o segundo é que a natureza do atrito não é uma associação da relação entre duas superfícies sólidas, mas do atrito viscoso do fluido com as superfícies.

Nas indústrias Papeleiras de um modo geral, ocorre inúmeras situações relacionadas ao atrito de partes metálicas com partes moveis, como por exemplo em mancais de rolamentos, redutores de acionamentos cujo internos possuem engrenagens diversas, mancais rolos cilíndricos em geral, correntes de acionamentos, guias lineares deslizantes, motores elétricos de acionamentos diversos, etc.

Para tanto também são empregados inúmeras especificações de óleos hidráulicos e graxas lubrificantes que tem funções básicas de reduzir / minimizar o atrito entres as partes; e por outro lado também possuem outras características de suma importância que são:

1. Controlar o consumo de energia;
- 2 . Controlar a temperatura;
3. Controlar a corrosão;
4. Isolar correntes elétricas;
5. Transmitir força (sistemas hidráulicos);
6. Amortecer choques (amortecedores, engrenagens);

7. Remover contaminantes (ação de lavagem, manter motores internamente limpos); e

8. Vedar e evitar a inserção de impurezas para interno de elementos de máquinas diversos.

Diante disso, com o intuito de melhorar a Performance e a Confiabilidade dos processos mecânicos / produtivos das Industrias Papeleiras, comumente são mais utilizados os lubrificantes minerais, onde tal lubrificante é produzido por meio de um arranjo de aditivos e óleos básicos obtidos pelo refino do petróleo.

Tem como suas principais características:

- Menor preço para aquisição;
- Atender às exigências imediatas de utilização, porem sua vida útil dependendo da aplicação pode ser menor; e
- Tem um tempo de vida útil menor, e necessita de maior quantidade de trocas.

Por outro lado também existem os lubrificantes sintéticos, onde são produzidos a partir da mistura de óleos básicos sintéticos e aditivos. É uma designação de produto que desempenha muito bem as suas aplicabilidades diante de tais condições severas de uso. Em relação à durabilidade, os óleos sintéticos costumam ter uma composição química sofisticada, proporcionando menos oxidação às peças lubrificadas e conseqüentemente também menor atrito das partes metálicas.

Tem como suas principais características:

- Alta durabilidade, maior do que qualquer outro tipo de lubrificante;
- Excelente relação custo/benefício;
- Forma menos borras.

## **2. OBJETIVO**

Este artigo técnico tem por objetivo a apresentação teórica sobre a Tribologia relacionada a lubrificantes minerais e sintéticos aplicados em sistemas de acionamentos de máquinas operatrizes em gerais de Industrias Papeleiras, levando em consideração os históricos de trocas, custos para troca e manutenibilidade; e então foi possível mensurar que para se ter uma maior Confiabilidade destes, fora necessário alterar o tipo do lubrificante para ter um aumento da vida útil, reduzir gastos desnecessários com trocas prematuras, ganho médio estimado de energia elétrica em KW e conseqüentemente também foi possível diminuir o coeficiente de atrito das parte metálicas.

### **3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

O redutor utilizado foi um FALK de potencia nominal 127KW e lubrificação orientada pelo próprio fabricante de um óleo AGMA 220

Foram realizados testes referente a não lubrificação da engrenagem e do mancal. Sem lubrificação obtivemos 0,174A e uma força de 0,55N além de 33Hz. Posteriormente foi realizado somente a lubrificação da engrenagem com valores 0,139A, 0,51N e 49hz. Nesse momento já obteve-se uma velocidade 50% maior e um consumo de energia 20% menor. O terceiro experimento realizou a lubrificação da engrenagem e do mancal. Nesse momento a velocidade subiu para 63Hz, o que apresenta o dobro da velocidade inicial, uma força de 0,44N e um consumo de energia de 0,119A, resultando em 32% menos energia.

Baseado nesse estudo, fica evidenciado a relação do consumo de energia baseado na redução do atrito.

Foram realizadas coletas de dados do dia 15 de outubro ao dia 09 de novembro, utilizando-se de um lubrificante de base mineral. No dia 10 de novembro realizou-se a troca do óleo. Após retrofit, e utilizando-se de uma lubrificante sintético fora realizado um acompanhamento do dia 12 de novembro ao dia 05 de dezembro. O equipamento utilizado nesse acompanhamento foi o analisador de Energia RE 4000 e foram trabalhadas as variáveis de potencia elétrica em KW, fator de potencia e carga em porcentagem, produção dos produtos e temperatura. O equipamento trabalhou de forma online, coletando dados de 1 em 1 minuto.

Foi realizado um estudo referente aos custos atuais do produto mineral e os custos referente ao uso de um produto sintético. O preço dos produtos, já com impostos, apresenta uma defasagem para o produto sintético. Na data do levantamento o lubrificante mineral custava em torno de R\$ 8,00 e o sintético R\$ 73,00. Visando a norma ISO 14000 o descarte do produto também é controlado e mais uma vez o sintético apresenta desvantagem referente ao mineral. O custo do descarte do lubrificante de base mineral fica na faixa de R\$ 0,35 e o sintético na faixa de R\$ 1,00.

Os próximos dados analisados demonstram a viabilidade do uso do sintético comparado ao mineral. A economia de energia, trabalhando de forma conservadora, gira em torno de 3,5% o que demonstraria uma economia de 40138 KWh. O volume de trocas de óleos também contribui para que o sintético seja vantajoso. O óleo mineral tem tempo de vida útil de 3612 horas de trabalho, e o sintético apresenta uma vida útil de 18060 horas. Se

trabalharmos dentro das 18000 horas., realizaríamos 4 trocas do fluido mineral e apenas uma do sintético.

Pensando na longevidade da operação ao longa da vida útil os custos são R\$ 620,00 favoráveis ao uso do sintético. Posteriormente pode-se observar que a economia anual de energia gira em torno de R\$ 2.000,00.

Analisando um payback simples podemos dizer que o retorno seria em 10 meses e o payback liquido em 9 meses.

Para termos a certeza do estudo, fora analisados diferentes gramaturas e densidades lineares, pensando na potencia do motor. Lembrando que nesse momento realizamos a análise comportamental da potencia x velocidade.

Pelo grafico abaixo relacionando a Potencia Eletrica Consumida (Kw), com Gramatura Especifica de um Papel ( $\text{gr/m}^2$ ), com a Velocidade (m/min), em uma Industria Papeleira.

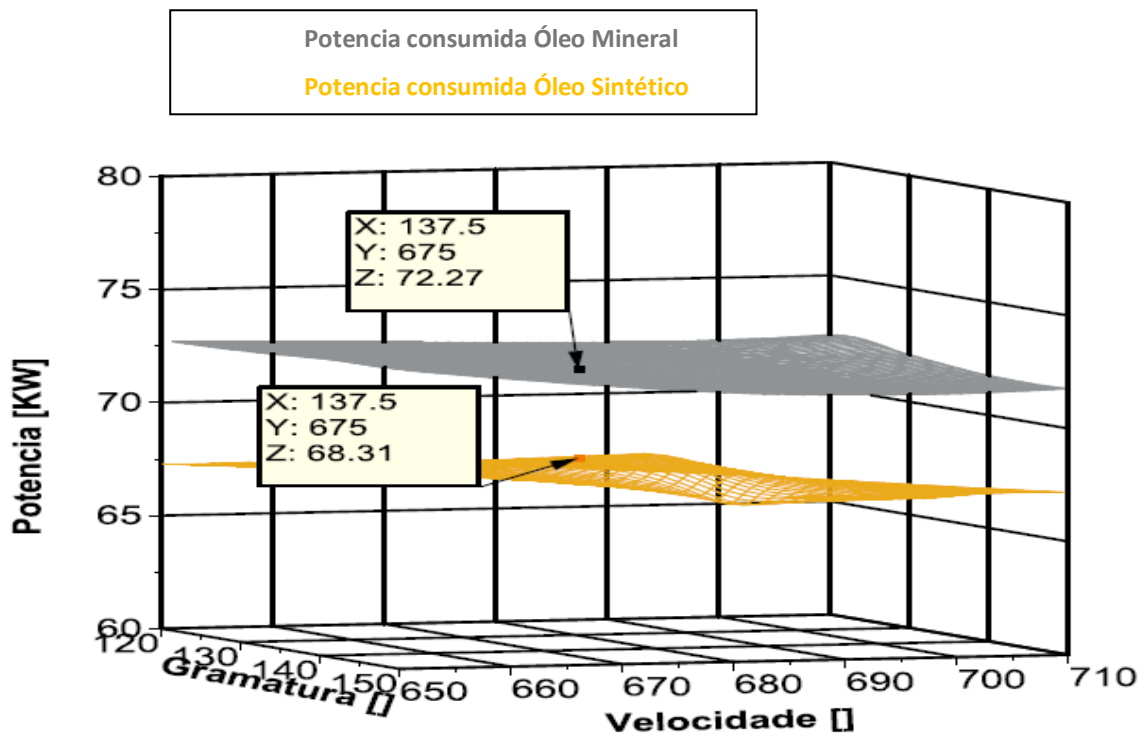


Figura 1: Gráfico comparativo Potencia (KW) x Gramatura ( $\text{gr/m}^2$ ) x Velocidade (m/min).

Então após a apresentação de gráfico foi possível concluir que, a potência elétrica consumida (Kw) foi consideravelmente maior com a utilização do óleo lubrificante mineral, ficando em torno de 72,5Kw. Porém pelo outro lado com a utilização do óleo lubrificante sintético, o consumo da potência elétrica ficou menor em torno de 67,5 Kw.

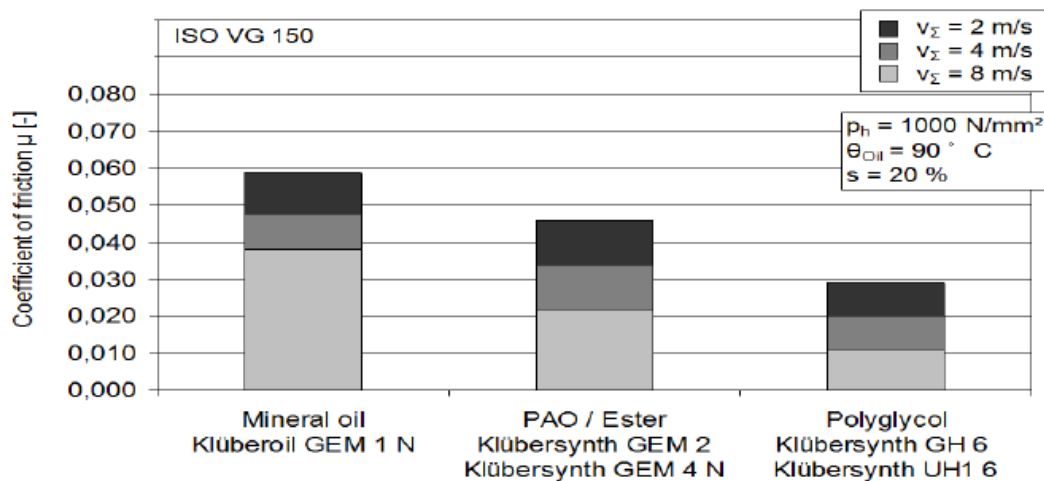


O valor ponderado das diferentes gramaturas ficou em 9%, ou seja 5,25kW, que no montando gerariam uma economia de aproximadamente 3 MWh por mês. Neste cenário teríamos um payback simples de 5 meses, evitando um consumo anual de R\$ 7.490,00.

Os benefícios sustentáveis também foram alvo deste estudo. Inicialmente realiza-se 4 vezes menos trocas de óleos que implicitamente sugere menor exposição da equipa à riscos, sendo eles na forma de completar o nível ou trocando o óleo do redutor da prensa. A emissão de CO<sub>2</sub> também foi analisada. No Brasil para cada MWh de energia consumida produz-se 0,157 toneladas de dióxido de carbono emitidos. Anualmente gerariamos menos 5,9 toneladas de CO<sub>2</sub>. Sem contar que a redução de volume descartado seria 80% menor.

#### 4. CONCLUSÃO

A troca de um fluido mineral por um sintético mostrou-se vantajoso a curto, médio prazo. Os lubrificantes a base de PAO/Ester resultam na redução do atrito. Tendo em vista a redução do atrito colocamos abaixo o estudo realizado em um óleo ISSO VG 150 de mesma marca.



Além das vantagens já vistas podemos citar uma lista de benefícios referente ao uso de fluidos sintéticos especiais

- Excelente proteção ao scuffing
- Alta proteção a longo-prazo contra o micropitting
- Excelentes propriedades antidesgaste para engrenagens e rolamentos
- Menor atrito e melhor eficiência em comparação aos óleos minerais ou outros sintéticos
- Excelente resistência ao envelhecimento e à oxidação
- Ampla faixa da temperatura de serviço devido ao bom comportamento viscosidade-temperatura
- Excelente propriedade antiespumante



- Alta performance para lubrificação por vida, devido a alta qualidade das matérias-primas
- Boa filtrabilidade
- Redução da formação de resíduos

Podemos afirmar que houve redução de consumo energético no redutor com o emprego de lubrificante especial Klüber com a redução de potência 5,25 KW ou 9,04 %.

Estimando as quantidades de enchimento e os valores de mercado dos óleos mineral e sintético, tem-se um payback máximo de 5 meses.

Projetos onde a recuperação de investimento é menor que 1 ano é considerado de ótima atratividade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- ✓ CARRETEIRO, Ronaldo P. e BELMIRO, Pedro Nelson Abicalil. **Lubrificantes e Lubrificação Industrial**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006, 19; 359 – 360p.
- ✓ [https://www.klueber.com/br/pt/novidades\\_detail/4869/](https://www.klueber.com/br/pt/novidades_detail/4869/)
- ✓ <https://blog.texaco.com.br/havoline/oleo-sintetico-ou-mineral/>
- ✓ <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tribologia;>