



## TROCA DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO EM EXAUSTORES DE UMA FÁBRICA DE ALUMÍNIO

### EXHAUST LUBRICATION SYSTEM EXCHANGE IN AN ALUMINUM FACTORY

Leandro Souza Blogoslawski <sup>1</sup>

Lucas Alamino Martins <sup>2</sup>

Luiz Antônio de Novaes Frota<sup>3</sup>

Amilton Joaquim Cordeiro de Freitas<sup>4</sup>

#### RESUMO

Lubrificação é um tema importante ao se tratar de confiabilidade e disponibilidade operacional, e está ligado diretamente ao desempenho de mancais e seus rolamentos. Nossa pesquisa baseou-se em um estudo de caso, propondo uma oportunidade de melhoria na manutenção preventiva de troca de graxa nos exaustores do setor de tratamento de gases de uma fábrica de alumínio. Utilizando as ferramentas da qualidade tais como Ishikawa, 5W2H e SIPOC, gerou como proposta a troca do método de lubrificação, que atualmente é a graxa, e substituir para óleo. Os resultados previstos obtidos no estudo são: redução do tempo de manutenção, redução de custo com lubrificante, redução de custo com hora homem, redução com terceirização de serviço e redução dos riscos aos funcionários envolvidos na troca do lubrificante dos mancais, mantendo o mesmo ciclo de vida dos rolamentos.

**Palavras-chave:** Mancais. Lubrificação. Graxa. Óleo. Manutenção. Segurança

#### ABSTRACT

Lubrication is a major issue when it comes to reliability and operational availability and is directly linked to the performance of bearings and their bearings. Our research was based on a case study, proposing an opportunity for improvement in preventive maintenance of grease change in exhaust fans in the gas treatment industry of an aluminum plant. Using quality tools such as Ishikawa, 5W2H and SIPOC, it was proposed to change the lubrication method, which is currently grease, and replace it with oil. The expected results

<sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Fabricação Mecânica na Faculdade de Tecnologia SENAI Gaspar Ricardo Júnior  
E-mail: blogosle@yahoo.com.br.com

<sup>2</sup> Graduando em Tecnologia em Fabricação Mecânica na Faculdade de Tecnologia SENAI Gaspar Ricardo Júnior.  
E-mail: alaminolucas@gmail.com

<sup>3</sup> Graduando em Tecnologia em Fabricação Mecânica na Faculdade de Tecnologia SENAI Gaspar Ricardo Júnior.  
E-mail: luizfrota89@outlook.com

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia de Materiais, Professor na Faculdade de Tecnologia SENAI Gaspar Ricardo Júnior. E-mail: amilton.freitas@senai.sp.br



obtained in the study are: reduced maintenance time, reduced lubricant cost, reduced man-hour cost, reduced outsourcing, and reduced risk to employees involved in bearing lubricant change while maintaining the same cycle bearing life.

**Keywords:** Bearing. Lubrication. Grease. Oil. Maintenance. Safety

## INTRODUÇÃO

A fábrica de alumínio possui sete plantas de tratamento de gases, que tem por finalidade tratar os gases gerados durante o processo de redução do óxido de alumínio nos fornos. Cada planta possui três exaustores, totalizando vinte e um exaustores na fábrica, onde dois exaustores operam vinte quatro horas por dia, e um exaustor fica em *stand by* como reserva.

**Figura 1: Exaustores da planta tratamento de gases**



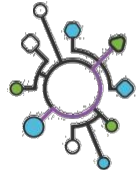
Fonte: Autores (2019)

A troca de graxa é uma manutenção preventiva nos mancais do acionamento dos exaustores, e é crucial para que não ocorra uma quebra prematura dos rolamentos, para tanto, é necessário parar a área para realizar um procedimento para evitar acidentes por interação do mecânico com partes rotativas.

Segundo Viana (2013), ao se tratar da manutenção preventiva, diz que a base da política de manutenção é determinante para planejar estratégias de manutenção a serem aplicadas num processo produtivo, ou seja, um plano de manutenção bem elaborado vai depender da forma de como a manutenção atue.

Atualmente é necessário parar todo o sistema de exaustão, e isso implica em desligar os três exaustores principais, que conseqüentemente, ocorrerá a parada de todo o processo de tratamento de gases.

Após o desligamento dos exaustores, a proteção do eixo é retirada e uma catraca é instalada para travar o eixo do exaustor que fará a manutenção.



**Figura 2: Catraca instalada no eixo do acionamento do exaustor**



Fonte: Autores (2019)

Com o eixo travado com a catraca, conforme figura 2, os outros dois exaustores da área são religados para continuar o processo de tratamento de gases, e então, o técnico em lubrificação executa a troca de graxa.

**Figura 3: Execução da troca da graxa após aberto o mancal**



Fonte: Autores (2019)

Após a execução da troca de graxa, os exaustores são desligados, onde novamente ocorre a parada de todo o processo de tratamento de gases, logo então é removido a catraca instalada no eixo, instalado a proteção do eixo e liberado para operação.



**Figura 4: Acionamento do exaustor montado**



Fonte: Autores (2019)

### 1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo trata-se em melhorar o processo da manutenção preventiva de troca de graxa dos mancais de rolamento dos exaustores, propondo alternativas que visam reduzir custos com paradas da planta, reduzir o consumo de graxa, reduzir custos de hora homem, reduzir riscos de acidentes e contribuir com o meio ambiente na redução de troca de graxa.

### 1.2 Objetivo específico

O objetivo específico deste estudo trata-se de substituir o método da manutenção preventiva atual de lubrificação a graxa para o método de lubrificação a óleo, onde consequentemente, resultara na redução dos custos de tempo de execução da manutenção preventiva e custos com terceirização de serviço com a prestadora de serviço.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Após um *brainstorming* realizado entre os integrantes do grupo desse artigo, e das ideias apresentadas para redução de consumo de graxa, a troca do lubrificante atual a graxa, por lubrificação a óleo, propôs um melhor resultado de redução de custo com lubrificante e hora homem, e eliminação do risco de acidente por interação humana com partes rotativas.

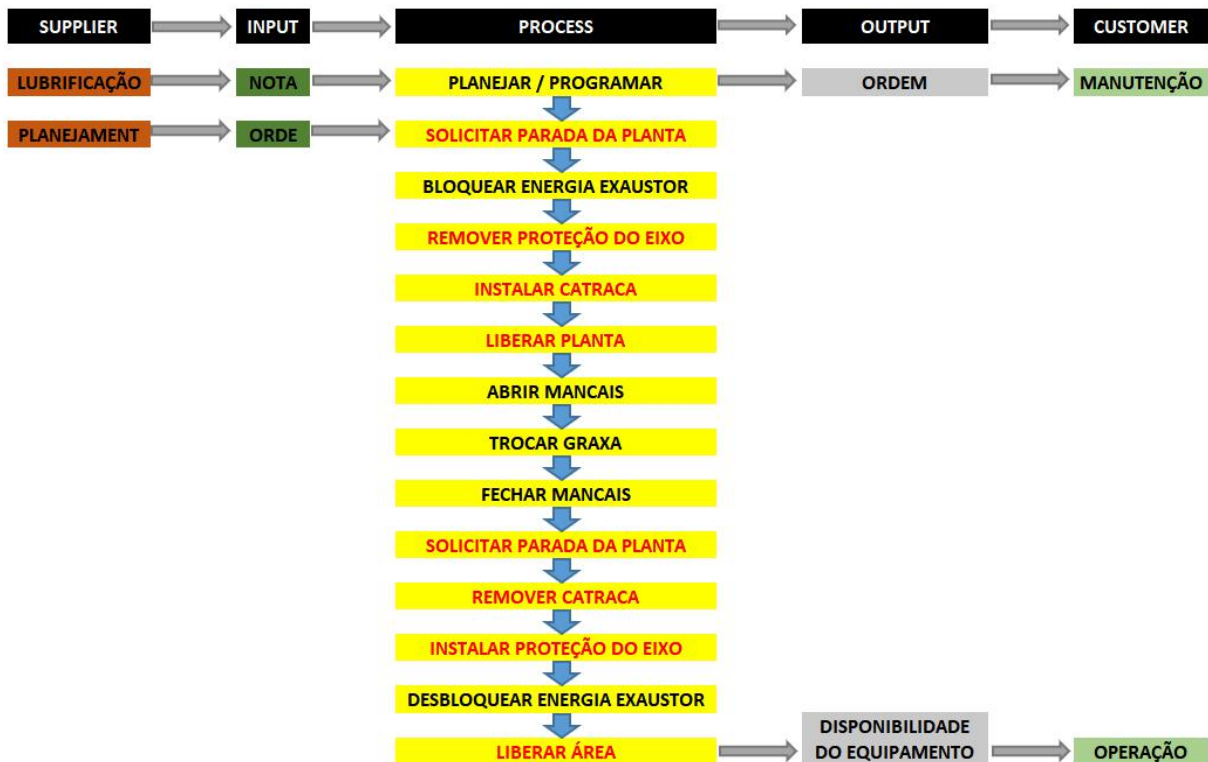
### 2.1 Aplicação da matriz SIPOC

A Matriz SIPOC é uma ferramenta utilizada para estudar um processo macro de uma forma simplificada, e consequentemente, encontrar oportunidades de melhoria. Para Rasmusson, (2006), trata-se de um mapa que proporciona criar um processo estudado.



O SIPOC do processo de troca de graxa dos mancais, a atual manutenção preventiva nos exaustores, mapeou as operações que impactam no tempo da execução, totalizando 4 horas de manutenção. As etapas que estão escritas em vermelho na coluna *Process* do SIPOC, conforme tabela 1, representam as etapas que não agregam valor na manutenção preventiva atual, ou seja, são operações necessárias para que os envolvidos não se acidentem por contato com partes rotativas, onde não são necessárias em exaustores que operam individualmente.

Tabela 1: SIPOC do processo de troca da graxa



Fonte: Autores (2019)

O SIPOC do processo de troca de óleo dos mancais, tratando-se da manutenção preventiva proposta nesse artigo, reduziu o tempo de execução para 30 minutos, proporcionando uma otimização do tempo de 87,5%, ou seja, reduzindo 3,5 horas de manutenção. Conforme a tabela 2, é notável que o processo muda radicalmente, onde comparando as tabelas 1 e 2, as etapas em vermelho da tabela 1 não aparecem na tabela 2, e as etapas abrir e fechar mancais e trocar graxa da tabela 1, são substituídos pelas etapas drenar e completar óleo da tabela 2.

Tabela 2: SIPOC do processo de troca do óleo



Fonte: Autores (2019)

## 2.2 Substituição dos mancais e lubrificantes

Para alterar a forma de lubrificação do rolamento de graxa para óleo, é necessário substituir os mancais, onde se aloja o rolamento, no entanto, algumas dimensões dos mancais sugerido deverão manter as mesmas dos mancais atualmente instalado.

Figura 5: Mancal com tampa aberta e rolamento no interior



Fonte: SKF do Brasil (2019)

A graxa lubrificante utilizada para lubrificação dos rolamentos atualmente é a Mobil Mobilith SHC-100, tratando-se de uma graxa sintética de sabão complexo de lítio.

O mancal atual possui um reservatório para comportar a graxa e vedações simples, e o mancal proposto para o projeto, possui reservatório para comportar óleo e vedações especiais, onde o mancal proposto mantém as mesmas dimensões do mancal atual, evitando custos com adaptações de instalação.

O óleo proposto para lubrificação dos rolamentos é o Lubrax Turbina Plus 68, tratando-se de um óleo de viscosidade ISO VG 68, que dentre as recomendações indicada pelo fabricante, é recomendado para a lubrificação de mancais a óleo.



Conforme Carreiro e Belmiro (2006), os rolamentos axiais autocompensadores de rolos são normalmente lubrificados com óleo, e trata-se dos rolamentos instalados nos exaustores que atualmente são lubrificados com graxa.

### 3 VIABILIDADE ECONÔMICA

O artigo apresentou até então a possibilidade de troca do modo de lubrificação de graxa para óleo, bem como a otimização de 87,5% do tempo de execução, no entanto, para validar o projeto proposto é necessário um estudo de viabilidade econômica, ou seja, para ser viável a implantação o projeto deverá gerar receitas, ou lucros, que possibilite o retorno do investimento, onde será detalhado a seguir.

#### 3.1 Custos com a manutenção de troca de graxa

Com o levantamento do custo atualmente, a troca do lubrificante a graxa custa aproximadamente R\$1.705,00 por exaustor, sendo um total de 21 exaustores no qual a manutenção é executada semestralmente, somando um custo total de aproximadamente R\$35.800,00 por semestre, e totalizando R\$71.600,00 por ano, conforma tabela 3.

**Tabela 3: Levantamento dos custos com troca de graxa**

Item	Descrição do Custo	Quant.	Un.	Custo Un.	Custo Total
1	Graxa sintética MOBIL MOBILITH SHC 100	4	kg	R\$ 319,95	R\$ 1.279,80
2	Descarte graxa	4	kg	R\$ 3,60	R\$ 14,40
3	Panos uOlizados	20	Peça	R\$ 1,80	R\$ 36,00
4	Higienização dos Panos	20	Peça	R\$ 3,60	R\$ 72,00
5	Serviço de terceiro (Técnico de Lubrificação)	3	hs	R\$ 40,91	R\$ 122,73
6	Acomp. Mecânico	4	hs	R\$ 45,00	R\$ 180,00

Custo Total por Exaustor R\$ 1.704,93

Custo Semestral com 21 Exaustores R\$ 35.803,53

Custo Anual com 21 Exaustores R\$ 71.607,06

Fonte: Autores (2019)

#### 3.2 Custos com a manutenção de troca de óleo

Conforme o estudo da troca semestral do lubrificante a óleo, o custo é de aproximadamente R\$68,28 por exaustor, sendo um total de 21 exaustores, o custo total é de aproximadamente R\$1.433,90 por semestre, e totalizando R\$2.867,80 por ano, conforma tabela 4.

**Tabela 4: Levantamento dos custos com troca de óleo**

Item	Descrição do Custo	Unidade	Quant.	Custo Un.	Custo Total
1	Óleo turbina Lubrax ISO VG 68	ml	0,600	R\$ 14,07	R\$ 8,44
2	Descarte do óleo turbina mineral VG 68	ml	0,600	R\$ 28,14	R\$ 16,88
3	Serviço de terceiro (Técnico de Lubrificação)	hs	0,50	R\$ 40,91	R\$ 20,46
4	Acompanhamento Mecânico	hs	0,50	R\$ 45,00	R\$ 22,50

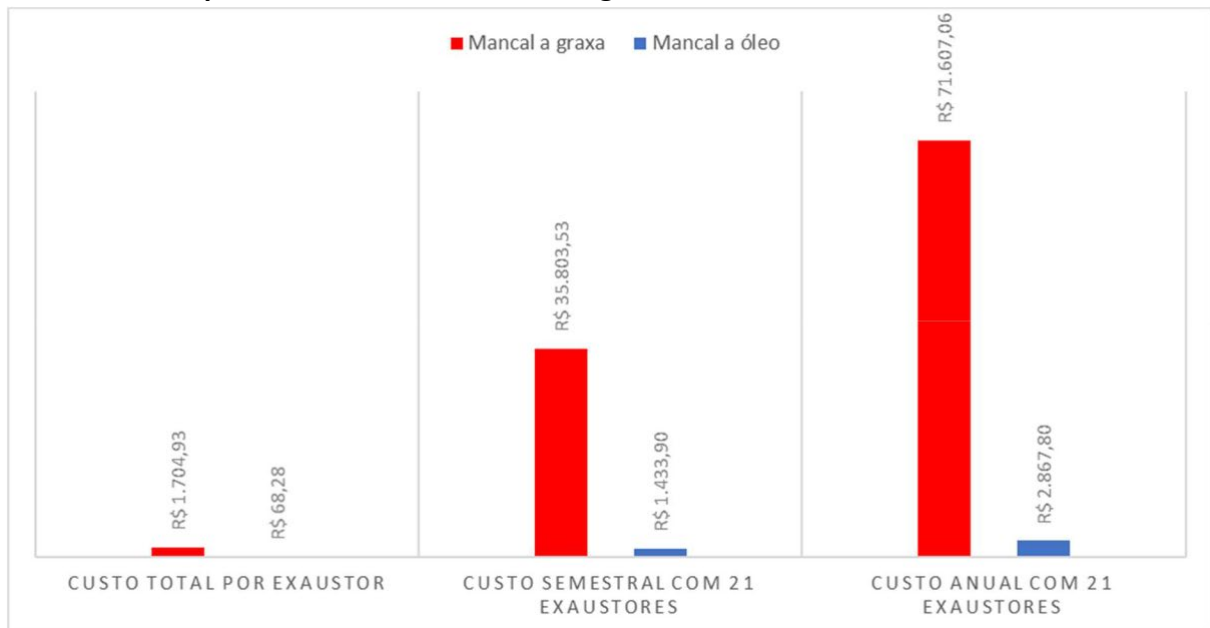
Custo Total por Exaustor R\$ 68,28

Custo Semestral com 21 Exaustores R\$ 1.433,90

Custo Anual com 21 Exaustores R\$ 2.867,80

Fonte: Autores (2019)

**Gráfico 1: Comparativo de custo de troca de graxa vs óleo**



Fonte: Autores (2019)

### 3.3 Investimento da implementação do projeto

Para levantar o investimento da implementação do projeto, os materiais foram cotados com os atuais fornecedores de mancais e lubrificantes da fábrica, e o cálculo de H.H., foi dado pela média dos salários dos mecânicos multiplicado por 2,5, tratando de um fator multiplicador que contempla todos os encargos gastos com funcionários.

**Tabela 5: Levantamento do investimento**

Item	Quant.	Un. Medida	Descrição	R\$ Unitário	R\$ Total
1	2	Unidade	Mancal SNL 528 TURU	R\$ 3.024,00	R\$ 6.048,00
2	4	Unidade	Anel FBR 5/250	R\$ 15,56	R\$ 62,24
3	4	Unidade	Anel de vedação TSN 528 R	R\$ 767,70	R\$ 3.070,80
4	7,4	Horas	H.H. com 2 mecânicos	R\$ 90,00	R\$ 666,00
Total por Exaustor					R\$ 9.847,04
Total com 21 Exaustores					R\$ 206.787,84

Fonte: Autores (2019)

Para levantar o investimento da implementação do projeto, os materiais foram cotados com os atuais fornecedores de mancais e lubrificantes da fábrica, e o cálculo de hora homem (H.H.), foi dado pela média dos salários dos mecânicos multiplicado por 2,5, tratando de um fator multiplicador que contempla todos os encargos gastos com funcionários.



Conforme a tabela 5, a somatória das cotações propôs um investimento de R\$9.845,00 por exaustor, e somando com os 21 exaustores, o investimento total é de R\$206.792,00.

### 3.4 Payback do investimento

O *Payback* corresponde ao prazo de retorno do investimento após sua implementação, onde é feito um cálculo que resulta numa receita líquida acumulada até que, em um determinado tempo, equivalem ao investimento aplicado.

Para determinar o *Payback*, é necessário calcular a receita líquida, ou lucro, prevista na implementação do projeto, onde é subtraído o custo atual da troca de graxa pelo custo previsto da troca de óleo. Os custos estão baseados na manutenção de todos os 21 exaustores em um semestre, portanto, o resultado de R\$34.369,63 está relacionado a receita de um semestre, pelo motivo da periodicidade de troca dos lubrificantes ser semestral, conforme cálculo abaixo.

$$R\$35.803,53 - R\$1.433,90 = R\$34.369,63$$

Para determinar o prazo do *Payback*, o investimento dos 21 exaustores é dividido pela receita prevista, que é de aproximadamente igual a 6 semestres, ou 3 anos, conforme cálculo abaixo.

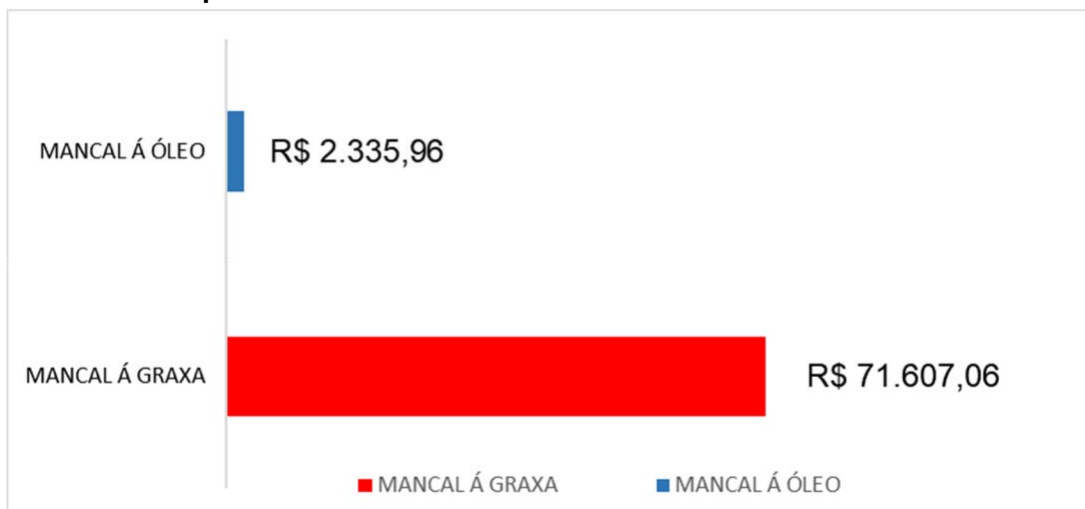
$$\frac{R\$206.792,00}{R\$34.369,63} \cong 6 \text{ semestres}$$

**Gráfico 2: Payback do investimento**



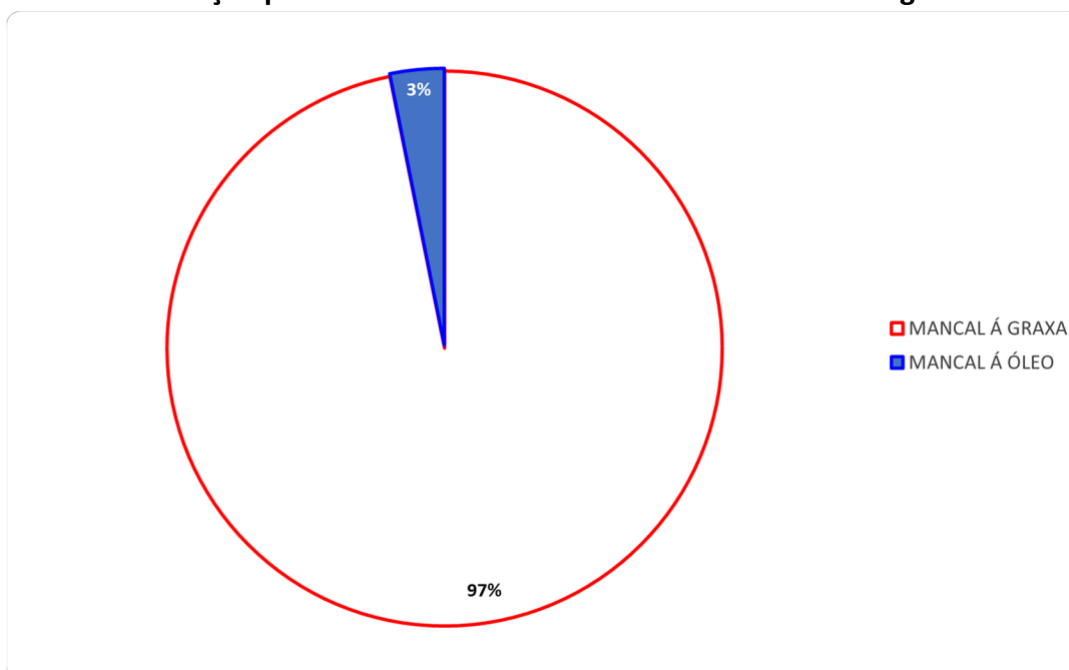
Fonte: Autores (2019)

**Gráfico 3: Comparativo entre os custos anuais**



Fonte: Autores (2019)

**Gráfico 4: Redução percentual com base no custo atual da troca de graxa**



Fonte: Autores (2019)



#### 4 EXCLUSÃO DOS RISCOS DE ACIDENTE

Para entender esse resultado é necessário conceituar perigos e riscos.

Perigo está relacionado a fonte ou situação com potencial para provocar um acidente. Risco está relacionado a probabilidade de ocorrências de um determinado evento perigoso, ou seja, enquanto o perigo é a fonte geradora o risco é a exposição a esta fonte.

Um exemplo clássico é uma estação de energia elétrica, onde uma placa de advertência diz, “perigo, risco de choque elétrico”, o perigo é a estação elétrica, enquanto o risco é o choque elétrico, e para que se tenha o risco, é necessário entrar na estação, no qualficara sujeito ao choque elétrico, no entanto, mantendo distância segura da estação, não haverá o risco, mas o perigo sempre existirá.

Os perigos relacionados a manutenção preventiva de troca de graxa são:

1. Perigo – Remover a proteção do eixo do exaustor; 1.1. Risco – Arestas cortantes da proteção; 1.2. Risco – Prensar as mãos ao remover a proteção.
2. Perigo – Instalar a catraca no eixo; 2.1. Risco – Projeção da corrente em caso de quebra; 2.2. Risco – Esmagar as mãos na catraca ao manusear.
3. Perigo – Abrir as tampas dos mancais; 3.1. Risco – Bater as mãos em caso de escapar a chave ao soltar parafusos; 3.2. Risco – Prensar os dedos das mãos entre a tampa e o mancal.
4. Perigo – Remover a graxa e limpar o reservatório com pano. 4.1. Risco – Reação alérgica por contato com a graxa; 4.2. Risco – Arestas cortantes no interior do reservatório de graxa.

A manutenção preventiva de troca de óleo exclui todos os riscos por não haver interações com os perigos relacionados a troca de graxa, ou seja, uma vez que não é necessário instalar a catraca no eixo do exaustor, que por consequência também não é necessário remover a proteção do eixo, os riscos de arestas cortantes, prensamentos, projeção da corrente e esmagamentos, são excluídos por não haver exposição aos perigos.

Havendo a exclusão dos riscos previsto na troca de graxa, as probabilidades de os acidentes ocorrerem, como cortar as mãos em arestas cortantes, lesões por bater as mãos ao escapar a chave, lesões por consequência de prensamento e esmagamento, serão eliminadas.

#### 5 CONCLUSÃO

A conclusão deste estudo viabilizou a implementação do projeto, resultando numa receita aproximadamente igual a R\$68.740,00 anual, obtendo um retorno do investimento dentro de 3 anos conforme o estudo de *Payback*.

O estudo concluiu um benefício que propõe um ganho não só para o empregador, mas para o empregado também, tratando-se da exclusão dos riscos de acidente provenientes da



interação dos mecânicos e lubrificador com partes rotativas e cortantes na troca da graxa. Para o empregador, um acidente gera altos prejuízos, desde com afastamento até a necessidade de repor a falta do funcionário, já para o empregado, o prejuízo vai muito além de um bem financeiro, um acidentado em certas circunstâncias, muda drasticamente seu modo de viver, impactando principalmente nos convívios familiares.

Um dos grandes desafios da implantação do TPM, é a implementação da manutenção autônoma, um dos pilares do TPM, que tem por objetivo envolver os operadores em pequenas intervenções de manutenção, e no caso do mancal a óleo proposto nesse projeto, envolve os operadores ao checar o nível de óleo através de uma inspeção visual, resgatando os valores do operador na conservação do equipamento.

A conclusão deste estudo propõe um estudo futuro de possível ganhos econômicos por aplicação de uma manutenção preditiva, ou seja, coletando uma amostra do óleo do reservatório dos mancais, é possível diagnosticar as condições físico-químicas, em que poderá postergar a troca de óleo de semestral para anual, e segundo Carreteiro e Belmiro (2006), melhor do que trocar o óleo conforme o período pré-estabelecido, é trocar no momento certo. Além de estender o período da troca, com os ensaios de ferrografia analítica do óleo, é possível laudar as condições de desgastes dos rolamentos, acompanhando a vida útil gradativamente.

## REFERÊNCIAS

CARRETEIRO, Ronald Pinto; BELMIRO, Pedro Nelson Abicalil. **Lubrificantes e Lubrificação industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

RASMUSSEN, David. **The SIPOC Picture Book: a Visual guide to the SIPOC/DEMAIC Relationship**. Madison: Oriell Incorporated, 2006.

SKF DO BRASIL (São Paulo). **Caixas de mancal SNL para rolamentos em bucha de fixação com vedações para óleo**. Disponível em: <https://www.skf.com/br/products/bearings-units-housings/>. Acesso em: 12 mar. 2019.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela saúde, força e discernimento para o desenvolvimento deste artigo.

Agradecemos ao nosso orientador Amilton Cordeiro, pelo suporte, correções e incentivos, nos beneficiando de seu tempo que lhe coube para nos orientar.

Agradecemos ao professor Hudson Pissini ao suporte e correções durante as aulas de Gestão e Desenvolvimento de Projetos (GEDP).



Agradecemos ao nosso Coordenador de Atividades Técnicas Danilo de Jesus Oliveira, pelo suporte, atendimento e por disponibilizar equipamentos para auxiliar na pesquisa.

Agradecemos a professora Ariane Diniz Silva ao suporte e correções de formatação durante as aulas de Gestão Estratégica de Recursos Humanos (GER).

### Sobre os autores:

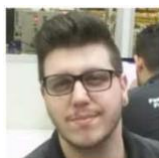
---

#### <sup>1</sup> LEANDRO SOUZA BLOGOSLAWSKI



Possui certificação em Técnico em Lubrificação de Máquinas – MLT1, pela ICML International Council for Machinery Lubrication – Noria Brasil (2008). Possui curso técnico mecânico pela escola técnica ETEC Centro Paula Souza (2019). Cursando atualmente a Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica pela Faculdade SENAI de Tecnologia em Fabricação Mecânica (2019). Tem experiência em lubrificação industrial e gerenciamento informatizado da lubrificação, com ênfase em Projetos de Melhorias em Implementação da Lubrificação Classe Mundial. É mecânico de manutenção III pela indústria Cia. Brasileira de Alumínio CBA.

#### <sup>2</sup> LUCAS ALAMINO MARTINS



Possui curso técnico em automação pneumática pela escola técnica SENAI Gaspar Ricardo Jr (2016). Possui curso técnico torneiro mecânica pela escola técnica SENAI Gaspar Ricardo Jr (2015). Cursando atualmente a Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica pela Faculdade SENAI de Tecnologia em Fabricação Mecânica (2019). Tem experiência em automação pneumática, com ênfase em Projetos pneumáticos. É montador na linha wood frame e melhoria continua pela empresa Conceptha.

#### <sup>3</sup> LUIZ ANTÔNIO DE NOVAES FROTA



Profissional com experiência na área Comercial & Negócios, atuando nos processos de formar e gerenciar carteiras de clientes, fechar vendas de produtos e soluções para o mercado corporativo, negociar contratos e apresentar soluções para os clientes, identificando necessidades e oferecendo produtos mais apropriados. Possui curso técnico em informática pela escola técnica Microcamp (2013). Cursando atualmente a Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica pela Faculdade SENAI de Tecnologia em Fabricação Mecânica (2019). Possui experiência em supervisor de produção em usinagem CNC, vendas técnicas, análise de processos industriais e orçamentista.

#### <sup>4</sup> AMILTON CORDEIRO



Graduou-se em Tecnologia Mecânica, modalidade Projetos pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (2001). Conclui extensão universitária em usinagem dos metais (2005) na Universidade de Campinas, realizou seu mestrado em Engenharia de Materiais na escola de Engenharia de São Carlos

- USP (2009), Atualmente é Professor da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba e Faculdade de Tecnologia do Senai Sorocaba, Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, experiência em empresas do ramo automobilísticos e engenharia do petróleo, atuando principalmente nos seguintes temas: Processos de Fabricação, Engenharia de Materiais (especialista em Compósitos de Matriz Poliméricas) e Desgaste Abrasivo.