

## **PLANO DE LUBRIFICAÇÃO INTELIGENTE EXECUTADO POR PLANILHA COM PROGRAMAÇÃO EM VBA APLICADO EM PLANTAS INDUSTRIAIS**

**Eric Fernandes Maia<sup>1</sup>, Joaquim Renato Barros<sup>2</sup>**

1-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia,  
Monte Castelo, São Luís, Brasil.  
ericfmaia@gmail.com

**Palavras-chave:** Lubrificação, Manutenção, VBA, Engenharia Mecânica.

### **Resumo**

A análise de óleos lubrificantes e líquidos de arrefecimento é um excelente termômetro para indicar as condições protetoras dos fluidos e conseqüentemente o nível de desgaste de peças e componentes: como transmissões, motores diesel, sistemas hidráulicos e outros.

Sabemos da grande importancia da lubrificação na manutenção, pois ao colocarmos uma camada de um lubrificante entre duas superfícies de um determinado equipamento, impediremos o contato entre estas. Retirando esse contato, evitaremos durante o movimento, cisalhamento e arranhamento com o desprendimento de calor e desgaste dessas superfícies. Definiremos então como lubrificante, as substâncias que interpostas entre duas superfícies em deslocamento relativo, diminuem a resistência ao movimento. A função dos lubrificantes é evitar o contato metálico, reduzir o atrito, e conseqüentemente o desgaste, refrigerar, etc. Os principais fatores que exercem influência na lubrificação são: velocidade, temperatura e pressão.

O objetivo de um plano de lubrificação é promover uso correto dos lubrificantes reduzindo a quantidade de manutenções corretivas, diminuindo a reposição de peças e aumentando a produtividade. Ao implantar um sistema de planejamento deste porte e controle de lubrificação e treinamento de pessoal responsável por esta área é possível reduzir o desgaste excessivo de componentes mecânicos e falhas devido ao emprego de lubrificantes não recomendados, bem como por lubrificação inadequada e aplicação correta das técnicas de lubrificação. O emprego racional de lubrificantes elimina o desperdício e prolonga a vida útil dos lubrificantes em uso e das máquinas. Este controle é feito por meio do acompanhamento das cargas por programa de análise.

Pensando neste cenário foi desenvolvido uma planilha (figura 1) inteligente programado em VBA que é capaz de determinar rotas otimizadas, quantidade de lubrificante a ser aplicado e técnicas de lubrificação eficiente a partir de um levantamento de dados de máquinas como rolamentos, temperaturação de operação, classificação, rotação e etc. Tudo isso visando minimo de perdas possíveis de consumo de lubrificantes, paradas de equipamentos postergando a vida útil do mesmo, além de promover um ganho de qualidade para o lubrificador.



Figura 1. Ilustração da planilha em VBA.  
 (a) Parâmetros de cálculos para a rota (b) Dados de máquinas.

Este plano foi aplicado em plantas industriais (Alcoa e Hydro) que antes apresentavam grande déficit de manutenção relacionados a lubrificação (paradas, retrabalhos, lubrificação deficiente e etc). E a utilização desta planilha promoveu uma evolução significativa neste aspecto organizacional da manutenção tornando ela mais eficiente e orgânica.

## 1. Introdução

Em qualquer setor industrial, independentemente do seu tamanho, o estabelecimento de um programa lógico, ou seja, um plano de lubrificação é fator primordial para a obtenção da melhor eficiência operacional dos equipamentos.

A existência de um plano de lubrificação e sua implementação influem de maneira direta nos custos industriais pela redução do número de paradas para manutenção, diminuição das despesas com peças de reposição e com lubrificantes e pelo aumento da produção, além de melhorar as condições de trabalho dos serviços de lubrificação de uma determinada empresa.

O primeiro passo para a elaboração e instalação de um plano de lubrificação refere-se a um levantamento cuidadoso e detalhado das máquinas e equipamentos e das suas reais condições de operação. Para maior facilidade, recomenda-se que tal levantamento seja efetuado por setores da empresa, especificando-se sempre todos os equipamentos instalados, de maneira que eles possam ser identificados de maneira inequívoca e corretamente.

Uma vez concluído este primeiro passo, deve-se fazer um levantamento dos manuais dos fabricantes destes equipamentos levantados e verificar quais os tipos e marcas de lubrificantes para eles recomendados.

De posse dos dados anteriores, deve-se elaborar um plano de lubrificação para cada equipamento, em que ele deve ser identificado. E ainda mencionar todos os seus pontos de lubrificação, métodos a empregar, produtos recomendados e periodicidade da lubrificação.



Plano de Lubrificação - Relação de Máquinas



Empresa: Empresa de Lubrificação Ltda

Total de Conjuntos Cadastrados na Empresa: 18

Total de Equipamentos (sub-conjuntos) Cadastrados na Empresa: 21

Total de Itens (redutores, mancais, bicos braseiros, reservatórios hidráulicos, etc) Cadastrados na Empresa: 73

Área: Externa (Total de Conjuntos - 8)

Sector: ECAP	Total Conj.:	Total Equip.:	Total Itens:	Total Pts.:
1 - Conjunto: Agitador de Tanque de Lodo	Tag: AVL	Equipamentos: 1	Itens: 2	Pontos: 2
2 - Conjunto: Bomba de Efluentes	Tag: BYDC	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
3 - Conjunto: Bomba dosadora 1	Tag: BOMPA	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
4 - Conjunto: Prensa de esteira de Lodo	Tag: PEL	Equipamentos: 3	Itens: 3	Pontos: 23
5 - Conjunto: Soprador 1	Tag: SP1	Equipamentos: 1	Itens: 2	Pontos: 5
6 - Conjunto: Soprador 2	Tag: SP2	Equipamentos: 1	Itens: 2	Pontos: 5

Área: Tratamento (Total de Conjuntos - 12)

Sector: ATEC	Total Conj.:	Total Equip.:	Total Itens:	Total Pts.:
7 - Conjunto: Bomba Autoelevante	Tag: SATL	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
8 - Conjunto: Bomba de Efluentes 2	Tag: BYFC	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
9 - Conjunto: Bomba de transferência de Efluentes	Tag: BFE	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
10 - Conjunto: Bomba dosadora de cloro 1	Tag: BDA1	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
11 - Conjunto: Bomba dosadora de ácido 2	Tag: BDA2	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
12 - Conjunto: Decantador de Lodo 1	Tag: CTE1	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
13 - Conjunto: Soprador 123	Tag: 123	Equipamentos: 1	Itens: 2	Pontos: 5

Sector: ETC	Total Conj.:	Total Equip.:	Total Itens:	Total Pts.:
14 - Conjunto: Agitador do Tanque	Tag: RRAAGTG	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
15 - Conjunto: Agitador do Tanque de preparação	Tag: BBAAGTGP	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
16 - Conjunto: Filtro Prensa 1	Tag: FP1	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
17 - Conjunto: Filtro Prensa 2	Tag: FP2	Equipamentos: 1	Itens: 1	Pontos: 1
18 - Conjunto: Máquina separadora	Tag: MSDS	Equipamentos: 2	Itens: 4	Pontos: 5

Figura 2. Modelo de um plano de lubrificação utilizada pela LUBRIFIQUE, ne la vemos a relação de máquinas que sofrerão a lubrificação.

Visando racionalizar o uso dos óleos e graxas lubrificantes, sempre que é elaborado um plano de lubrificação procura-se reduzir ao máximo a quantidade de produtos recomendados, pois o objetivo deste trabalho também é reduzir custos.

No que se refere ao controle, podem ser elaboradas fichas para cada seção da empresa, nas quais serão mencionados os respectivos equipamentos e anotados dados como: frequência de lubrificação, quantidade de lubrificantes a aplicar etc. Tais fichas são distribuídas aos operários encarregados da execução da lubrificação e devem ser devolvidas com as anotações devidas.

O consumo é controlado, quando possível, por equipamento. Em geral, para métodos de lubrificação manual (almotolia, pistola de graxa, copos graxeiros, copos conta-gotas etc.), fica difícil o controle de consumo por equipamento. Recomenda-se, nesse caso, considerar o consumo por seção, dividi-lo pelo número de pontos lubrificadas, obtendo-se então um consumo médio por ponto de lubrificação, que multiplicado pelo número de pontos a lubrificar do equipamento, fornece o seu consumo médio no período de tempo considerado. Esse consumo deve ser dimensionado de acordo com o porte de cada empresa.

Um modelo de plano de lubrificação disponibiliza também em seu esqueleto um local para monitoramento das datas a serem emitidas e a execução dos planos preventivos criados, a fim de acompanhar a correção de atrasos e/ou possíveis avarias. A metodologia de gestão de lubrificação implantada nesta ferramenta considera-se de muita utilidade, haja vista que, para a execução eficiente relacionada às tarefas de manutenção nas empresas, sendo simultaneamente, de estrutura e operacionalidade simplificada.

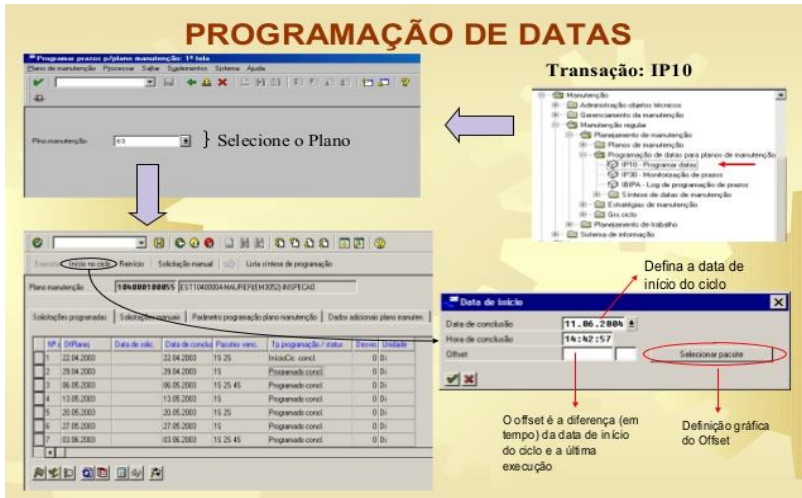


Figura 3. Programação de datas de um plano de lubrificação no SAP (software usado gerenciamento de manutenção).

## 2. Materiais e Métodos

Para a elaboração deste modelo de plano de lubrificação utilizamos uma planilha com Programação em VBA, onde são feitos todos os cálculos necessários para geração e montagem do plano. Conforme figura abaixo.

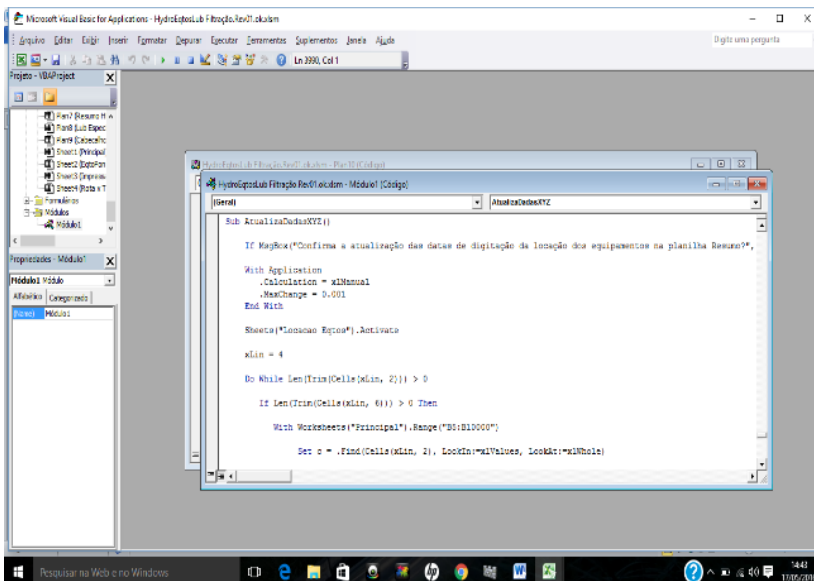


Figura 4. Tela de Programação em VBA da planilha, onde são inseridas todas as informações de cálculo.

Sabemos que para lubrificar corretamente significa planejar e programar a lubrificação e para conseguir uma lubrificação eficiente é preciso saber o tipo e a quantidade do lubrificante e quando e onde usá-lo. A coordenação e controle desses fatores citados é o que chamamos de planejamento da lubrificação, e essa planilha faz isso, com o suporte do VBA.

Para fazermos o planejamento da lubrificação, ou seja para montarmos, este modelo de plano de lubrificação com rotas de lubrificação temos as seguintes fases abaixo:

- Primeiro identificamos as bases de cálculos para a montagem da rota final ao qual o lubrificador irá seguir, como velocidade de deslocamento (velocidade estimada em que o lubrificador anda), lubrificação (tempo que o lubrificador passará em cada ponto da maquina) e velocidade de subida (considerado que o lubrificador poderá acessar locais altos);

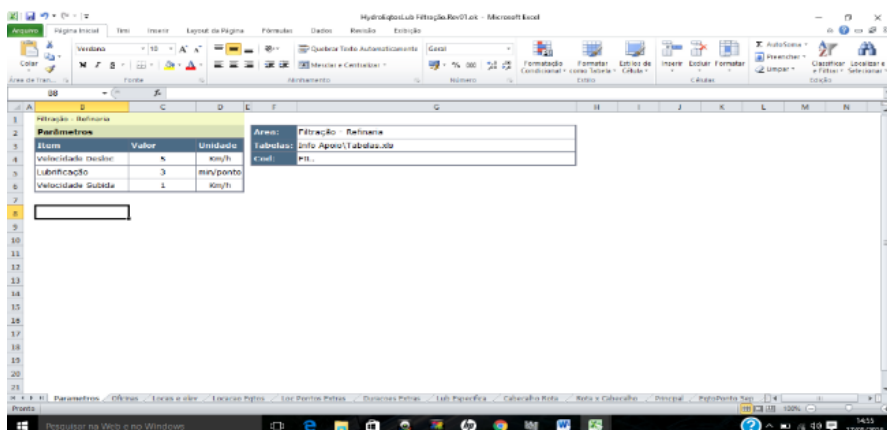


Figura 5. Sheet da planilha onde serão colocado esses parâmetros de cálculo.

- Depois disso fazemos o levantamento de todas as máquinas que farão parte do plano de lubrificação e colocamos as coordenadas dos equipamentos levantadas a partir da planta baixa ou plano diretor da empresa, em com base em algum ponto de referencia pré- determinado, fator este que é primordial para a montagem de rotas de lubrificação. Temos X, Y que se refere a latitude e longitude e Z que se refere a elevação de um determinado equipamento.

Locais e Elevações	
Local (PrincId-SiglaId-Descrição)	Elevação
010-010-Linha 1/2/3-Terreo	0
010-010-Piso dos disadores 08A/B	6150
010-010-Piso das misturas 08A/B	3150
010-010-Piso do filtro E-08B-11X	11450
010-010-Piso do TP Indic. E-08B-11X	22850
010-010-Piso do filtro E-08B-11X	21850
010-010-Piso do Eler de canoa	23050
010-010-Piso dos Agitadores Cad A-20A	13490
010-010-Piso dos Agitadores Cad B-20B	15430
010-010-Piso do filtro de lama	1850
010-010-Piso agitadores 08A/B	7000
010-010-Piso CM 08A/B	10500
010-010-Piso agitadores 08A/B-Area 01	9700
010-010-Piso agitadores 08A/B	7000
010-010-Piso sacos de moinos 08A/B	5750
010-010-Piso das CM's Computas dos filtros	1850
010-010-Piso Lavadora de areia 27A/B	6000
010-010-Piso agitadores 33A/B	6000

Localiza de Equipamentos				
Equipamento	X	Y	Local	Data do digito
P-08B-03A	954181	485716	010-010-Linha 1/2/3-Terreo	01out
P-08A-03A	978307	438782	010-010-Linha 1/2/3-Terreo	01out
P-08B-03B	978307	415532	010-010-Linha 1/2/3-Terreo	01out
P-08A-03B	974807	409862	010-010-Linha 1/2/3-Terreo	01out
P-08C-03A	977343	326660	020-020-Linha 4/5-Terreo	01out
P-08C-03B	978641	296160	020-020-Linha 4/5-Terreo	01out
P-08D-03A	978432	287370	030-030-Linha 6/7-Terreo	01out
P-08D-03B	978335	256647	030-030-Linha 6/7-Terreo	01out
E-08A-01X	1021819	182111	010-010-Piso dos disadores 08A/B	01out
E-08B-01X	1021803	322227	010-010-Piso dos disadores 08A/B	01out
E-08C-01X	1021841	327142	020-020-Piso dos disadores 08C	01out
E-08D-01X	1021841	321142	030-030-Piso dos disadores 08D	01out
E-08A-02X	1020256	338110	010-010-Piso dos moinos-08A/B	01out
E-08B-02X	1020256	322318	010-010-Piso dos moinos-08A/B	01out
E-08C-02X	1020256	327318	020-020-Piso dos moinos-08C	01out
E-08D-02X	1020256	331318	030-030-Piso dos moinos-08D	01out
E-08B-11X	1020605	306510	010-010-Piso do Mtn E-08B-11X	01out
E-08B-13X	1021044	313239	010-010-Linha 1/2/3-Terreo	01out

Figura 6. Dados de coordenadas. (a) Coordenadas em X e Y (b) Coordenadas de elevação.

Em caso de equipamentos grandes que possuem varios pontos de lubrificação em diferentes coordenadas como correias transportadoras, carregadores de navios e etc, consideramos mais de uma coordenada de acordo com a localização daquele ponto de lubrificação e demarcamos na planilha como "pontos extras".

Tag	Descricao	X	Y	Local
MC-02A-03A	Mancal M11-100-14Abri dren, lubrif e fechar#M.POLIREX EM	1119400	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
MC-02A-03A	Mancal M12-100-14Abri dren, lubrif e fechar#M.POLIREX EM	1119400	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Mancal M7- Lab - Red.	1119488	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Redutor	1119488	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Mancal M10 - Tamb. Ação.	1119488	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Mancal M10-Tamb Ação-Lab. Ext	1119400	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Mancal M10-Tamb Ação-Lab. Int	1119400	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Mancal M11-Tamb. Ação.	1119488	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03A	Mancal M11-Tamb Ação-Lab. Int	1119488	722732	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
MC-02A-03B	Mancal M11-100-14Abri dren, lubrif e fechar#M.POLIREX EM	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
MC-02A-03B	Mancal M12-100-14Abri dren, lubrif e fechar#M.POLIREX EM	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03B	Redutor	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03B	Mancal M10 - Tamb. Ação.	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03B	Mancal M10-Tamb Ação-Lab. Ext	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03B	Mancal M10-Tamb Ação-Lab. Int	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03B	Mancal M11 Tamb. Ação.	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.
C-02A-03B	Mancal M11-Tamb Ação-Lab. Int	1119432	722854	010-010-Piso dos transportadores moagem-Acção.

Figura 7. Máquinas com pontos de lubrificação em diversas coordenadas.

- Na próxima etapa é feita uma identificação de todos os pontos de lubrificação, dados de máquinas, tags (identificação do equipamento), identificação de lubrificantes, tarefas, intervalos de lubrificação e todo e qualquer outro tipo de informação que seja relevante para a lubrificação e posteriormente montagem de rota.



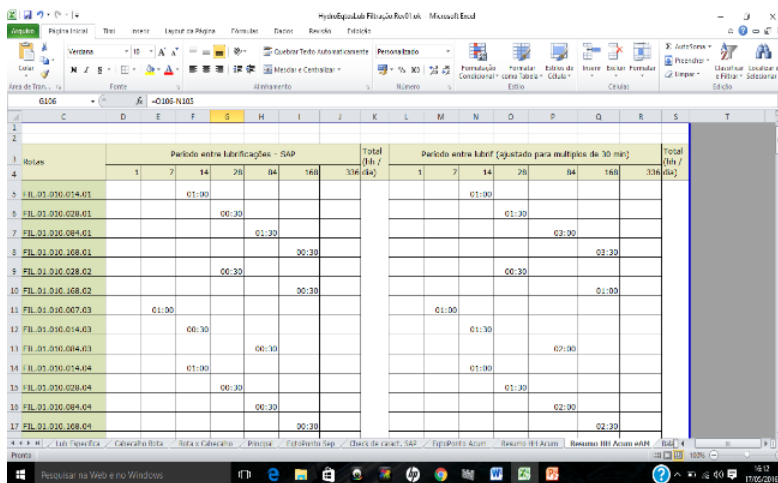


Figura 10. Sheet de balanceamento do plano.

- E por fim criamos o cabeçalho das rotas conforme a Engenharia de manutenção da empresa pede.

É interessante frisar que na montagem de todas essas etapas o VBA irá nos auxiliar, já que iremos estar manipulando inúmeros dados ao mesmo tempo.

### 3. Resultados e Discussões

No final depois de todo o plano montado, a planilha em VBA gera rotas em formatos TXT, para serem inseridas no software de gerenciamento de manutenção da referida empresa. Veja modelo abaixo:

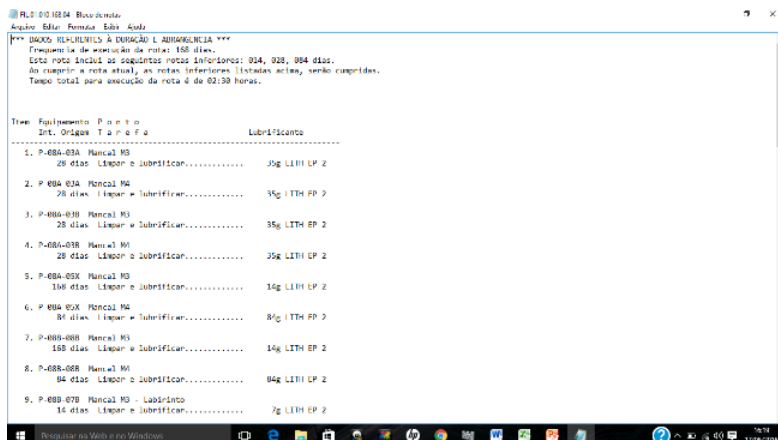


Figura 11. Rota de lubrificação no formato TXT.



#### **4. Conclusão**

As máquinas e equipamentos possuem um grande número de componentes e elementos com superfícies em movimento constante ou intermitente e variáveis níveis de velocidade e em todo esse movimento está presente o atrito, que gera aquecimento e desgaste. E para proteger e minimizar esses efeitos nesses componentes e elementos de máquinas e equipamentos é que existe a lubrificação. Lubrificar corretamente significa planejar e programar a lubrificação e para conseguir uma lubrificação eficiente é preciso saber o tipo e a quantidade do lubrificante e quando e onde usá-lo. A coordenação e controle desses fatores citados é o que chamamos de plano de lubrificação.

#### **5. Agradecimentos**

TIMI-Tecnologia da Informação e Manutenção Industrial e IFMA.

#### **6. Referências**

- [1] SIMEI, L.C, "A Gestão da Manutenção", blog dedicado a assuntos relacionados à gestão da manutenção, 2012.
- [2] BELINELLI, M. M., "Desenvolvimento de um sistema informatizado aplicado à gestão de planos preventivos de lubrificação industrial", Ponta Grossa-PR, Brasil, 2011.
- [3] Apostila de Lubrificação SENAI. Disponível em < <https://pt.scribd.com/doc/25218032/Mecanica-Lubrificacao-1-SENAI-CST>>.
- [4] Google images. Disponível em < <https://www.google.com.br/imghp?hl=pt-PT>>.