



Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Henrique Ajuz Holzmann**  
**João Dallamuta**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia mecânica [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-246-3

DOI 10.22533/at.ed.463190504

1. Automação industrial. 2. Engenharia mecânica – Pesquisa – Brasil. 3. Produtividade industrial. 4. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Série.

CDD 670.427

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos

Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas. Nesta obra é conciliada duas atividades essenciais a um engenheiro mecânico: Projetos e Simulação.

É possível observar que na última década, a área de projetos e simulação vem ganhando amplo destaque, pois através de simulações pode-se otimizar os projetos realizados, reduzindo o tempo de execução, a utilização de materiais e os custos finais.

Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens nos projetos dentro da grande área das engenharias.

Trabalhos envolvendo simulações numéricas, tiveram um grande avanço devido a inserção de novos softwares dedicados a áreas específicas, auxiliando o projetista em suas funções. Sabe-los utilizar de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, sobre simulações em vários campos da engenharia industrial, elementos de maquinas e projetos de bancadas práticas.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que se dedicam a projetar e fabricar sistemas mecânicos e industriais.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA PARA ENSAIOS VIBRATÓRIOS EM DISPOSITIVOS VEICULARES	
<i>Pedro Henrique Barbosa Araujo</i> <i>Evandro Leonardo Silva Teixeira</i> <i>Maria Alzira de Araújo Nunes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4631905041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM MECANISMO PARA REABILITAÇÃO DO JOELHO UTILIZANDO EVOLUÇÃO DIFERENCIAL	
<i>Lucas Antônio Oliveira Rodrigues</i> <i>Rogério Sales Gonçalves</i> <i>João Carlos Mendes Carvalho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4631905042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
DESENVOLVIMENTO DE BENEFICIADORA DE FUSO ROTATIVO	
<i>Fábio Gatamorta</i> <i>Danilo Brasil Sampaio</i> <i>Jebson Gouveia Gomes</i> <i>Marco Antônio Pereira Vendrame</i> <i>Gabriel Novelli</i> <i>Atílio Eduardo Reggiani</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4631905043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
MINI EXTRUSORA DIDÁTICA DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM IMPRESSORAS 3D	
<i>Marcelo Santos Damas</i> <i>Tiago Zaquia Pereira</i> <i>Ueliton Cleiton Oliveira</i> <i>Sérgio Mateus Brandão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4631905044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
ANÁLISE PRELIMINAR PARA PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE QUEIMADOR ATMOSFÉRICO PARA FORNO DE FORJAMENTO APLICADO À CUTELARIA	
<i>Luís Fernando Marzola da Cunha</i> <i>Danilo dos Santos Oliveira</i> <i>José Henrique de Oliveira</i> <i>Rhander Viana</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4631905045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>67</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM MARTELETE ELETROMECAÂNICO DESTINADO AO FORJAMENTO DE FACAS ARTESANAIS	
<i>Cassiano Arruda</i> <i>André Garcia Cunha Filho</i>	

**CAPÍTULO 7 ..... 80**

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DE ESCANEAMENTO 3D A LASER: ESTUDO DE CORES DA SUPERFÍCIE

*Bruno Barbieri*  
*Vinicius Segalla*  
*Marcio Catapan*  
*Maria Lúcia Okimoto*  
*Isabella Sierra*

DOI 10.22533/at.ed.4631905047

**CAPÍTULO 8 ..... 91**

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE FREIOS PARA UM MINI BAJA DA COMPETIÇÃO BAJA SAE BRASIL

*Silas Fernandes Caze*  
*Lucas de Sousa Camelo*  
*Wictor Gomes de Oliveira*  
*Bruno de Oliveira Carvalho*

DOI 10.22533/at.ed.4631905048

**CAPÍTULO 9 ..... 96**

ANÁLISE EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE AMORTECEDORES TIPO STOCKBRIDGE

*Marcos José Mannala*  
*Marlon Elias Marchi*  
*Marcio Tonetti*

DOI 10.22533/at.ed.4631905049

**CAPÍTULO 10 ..... 103**

MEDIÇÃO DE DISTÂNCIA DA LÂMINA DE FASE EM CHAVE SECCIONADORA UTILIZANDO SENSOR DE ULTRASSOM

*Carlos Henrique da Silva*  
*Felipe Martins Silva*  
*Fernando Luiz Alhem dos Santos*  
*Jardson da Silva David*  
*Juliana Lopes Cardoso*  
*Milton Zanotti Junior*

DOI 10.22533/at.ed.46319050410

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

CÁLCULO DE LINHA DE VIDA UTILIZANDO MÉTODO DE SULOWSKI

*Walter dos Santos Sousa*  
*Caroline Moura da Silva*  
*Érika Cristina de Melo Lopes*  
*Gilton Carlos de Andrade Furtado*  
*Lana Ritiele Lopes da Silva*  
*Michele da Costa Baía*

DOI 10.22533/at.ed.46319050411

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>127</b>
<b>CÁLCULO DOS TEMPOS DE PENETRAÇÃO E DESVIO DE CALOR DO MODELO X23</b>	
<i>Luís Henrique da Silva Ignacio</i>	
<i>Fernando Costa Malheiros</i>	
<i>Alisson Augusto Azevedo Figueiredo</i>	
<i>Henrique Coelho Fernandes</i>	
<i>Gilmar Guimarães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>135</b>
<b>TEMPO DE MISTURA EM TANQUES COM IMPULSORES MECÂNICOS EQUIPADOS COM CHICANA PADRÃO E MODIFICADA</b>	
<i>Murilo Antunes Alves Lucindo</i>	
<i>Breno Dantas Santos</i>	
<i>Juliana Sanches da Silva</i>	
<i>Marcos Bruno Santana</i>	
<i>Deovaldo de Moraes Júnior</i>	
<i>Vitor da Silva Rosa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>147</b>
<b>A SEGURANÇA DE VOO A PARTIR DA MANUTENÇÃO E OS RISCOS GERADOS PELOS FATORES HUMANOS</b>	
<i>Daniel Alves Ferreira Lemes</i>	
<i>Kennedy Carlos Tolentino Trindade</i>	
<i>Anna Paula Bechepeche</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>169</b>
<b>VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREDITIVA PARA UNIDADES DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO</b>	
<i>Luriane Pamplona dos Santos Barbosa</i>	
<i>Rodrigo de Cássio Vieira da Silva</i>	
<i>Thiago Eymar da Silva Oliveira</i>	
<i>Arielly Assunção Pereira</i>	
<i>Roger Barros da Cruz</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>185</b>
<b>MEDIÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM ÓLEO LUBRIFICANTE DE TURBINAS</b>	
<i>Isabella Fenner Rondon</i>	
<i>Josivaldo Godoy da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>196</b>
<b>ESTUDO SOBRE GESTÃO DE LUBRIFICAÇÃO PARA ALTO DESEMPENHO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS</b>	
<i>Fernanda do Carmo Silvério Vanzo</i>	
<i>Vicente Severino Neto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050417</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>209</b>
APLICAÇÃO DE TÉCNICA PARA AUMENTO DO TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS EM VENTILADORES INDUSTRIAIS	
<i>Fernanda do Carmo Silvério Vanzo</i>	
<i>Edmar Antônio Onofre</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>221</b>
ANÁLISE E CORREÇÃO DE FALHAS EM UM EIXO DO MONTANTE	
<i>José Airton Neiva Alves da Silva Brasil</i>	
<i>Victor Gabriel Pereira Valverde</i>	
<i>Luís Felipe Furtado Pontes</i>	
<i>Guilherme Guimarães Sousa e Silva</i>	
<i>Lucas Silva Soares</i>	
<i>Marcos Erike Silva Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>236</b>
ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DE FALHAS DE UM ROTOR DINÂMICO UTILIZANDO SISTEMA IMUNOLÓGICO ARTIFICIAL	
<i>Estevão Fuzaro de Almeida</i>	
<i>Luiz Gustavo Pereira Roéfero</i>	
<i>Fábio Roberto Chavarette</i>	
<i>Roberto Outa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>245</b>
DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA BAJA SAE E DO GERENCIAMENTO DA EQUIPE NO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFANOR	
<i>Wictor Gomes De Oliveira</i>	
<i>João Paulo Correia Teixeira</i>	
<i>Vitor Fernandes Mendes Martins</i>	
<i>Tulio Rosine Martins De Souza</i>	
<i>Bruno De Oliveira Carvalho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46319050421</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>247</b>



## ESTUDO SOBRE GESTÃO DE LUBRIFICAÇÃO PARA ALTO DESEMPENHO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

**Fernanda do Carmo Silvério Vanzo**

Faculdade Pitágoras, Departamento de Engenharia Mecânica

Uberlândia - Minas Gerais

**Vicente Severino Neto**

Faculdade Pitágoras, Departamento de Engenharia Mecânica

Uberlândia - Minas Gerais

**RESUMO:** As máquinas agrícolas representam um recurso estratégico e fundamental para a economia seja na vertente da sustentabilidade, seja no produto interno bruto, e estão cada vez mais presente em diversas atividades onde o seu funcionamento adequado é vital para desenvolvimento de determinadas atividades. Neste contexto, a falha do equipamento ou a sua quebra se torna prejudicial para os resultados esperados. O presente estudo corresponde a um levantamento bibliográfico sobre a importância da gestão de lubrificação na manutenção do desempenho de máquinas agrícolas e a economia gerada devido à redução de quebras de equipamentos devido à falta de lubrificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** lubrificação, máquinas agrícolas, desempenho, gestão

**ABSTRACT:** Agricultural machinery represents a strategic and fundamental resource for the

economy whether in terms of sustainability or in gross domestic product, and is increasingly present in several activities where its proper functioning is vital for the development of certain activities. In this context, the failure of the equipment or its breakdown becomes detrimental to the expected results. The present study corresponds to a bibliographical survey about the importance of lubrication management in the maintenance of the performance of agricultural machinery and the savings generated due to the reduction of equipment breaks due to lack of lubrication.

**KEYWORDS:** lubrication, agricultural machinery, performance, management

### 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Lino (2001-2), nos últimos anos, o setor de máquinas agrícolas sofreu grandes transformações, principalmente em se tratando de tecnologia, onde antes era restrita a outros setores. A indústria de máquinas agrícolas é a principal responsável por este avanço devido à crescente penetração do capital no campo, onde há competitividade entre as empresas que buscam atender às necessidades dos agricultores e liderar este lucrativo mercado. Com isto, o maquinário vem

evoluindo constantemente e máquinas como pulverizadores, tratores, colhedoras e implementos agrícolas se tornaram sofisticados e de alto desempenho, exigindo uma correta gestão de lubrificação das mesmas.

Segundo Carreteiro (2006), a lubrificação pode ser definida como o fenômeno da redução do atrito entre duas superfícies que estejam em movimento relativo, por meio da introdução de uma substância entre as mesmas. Esta substância pode ser sólida, como a grafita, por exemplo, configurando um caso de lubrificação sólida. Entretanto, o mais usual é a lubrificação fluida, sendo usado um óleo mineral, originado do petróleo. Embora de pouco emprego prático, outros fluidos podem ser usados, inclusive ar ou água, em casos especiais. Muito conveniente é o emprego, no caso de bombas, do próprio líquido a ser bombeado como lubrificante.

De acordo com Carreteiro (2006), a função precípua do lubrificante é possibilitar que o movimento se faça com um mínimo de aquecimento, ruído e desgaste. Isto é possível substituindo-se o atrito direto entre as duas superfícies que, em geral, são metálicas, pelo denominado atrito fluido. A espessura do fluido entre as superfícies em movimento deve ser superior à soma das alturas das rugosidades superficiais das mesmas.

Segundo Lino (2001-2), a lubrificação é um dos principais itens de manutenção de máquinas agrícolas e deve, portanto, ser entendida e praticada para conservá-las e manter o seu rendimento, aumentando a vida útil das mesmas. De modo geral, os componentes das máquinas agrícolas que necessitam de lubrificação são: mancais de atrito, mancais de rolamento, eixos sem fim, eixos telescópicos, engrenagens, correntes, pistões, juntas universais e bombas.

A implantação de sistemas organizados de lubrificação reduz os custos de manutenção. Entretanto, somente 20 % das médias e grandes empresas em nosso país possuem métodos operacionais de lubrificação racionalmente planejados. Nas indústrias de pequeno porte, a lubrificação ainda é considerada como atividade de nível inferior. Carreteiro (2006) enuncia que, com os equipamentos modernos, a tarefa de lubrificar sofreu transformação devido ao elevado custo de investimento inicial, importando na máxima produtividade das máquinas pela redução ao mínimo possível do desgaste acompanhado de um menor número de paradas de produção.

Neste contexto, o presente estudo corresponde a um levantamento bibliográfico sobre a importância da gestão de lubrificação na manutenção do desempenho de máquinas agrícolas e a economia gerada devido à redução de quebras de equipamentos devido à falta de lubrificação.

## **2 | PRINCIPAIS FALHAS NA LUBRIFICAÇÃO**

Segundo Lino (2001-1), “falhas na lubrificação podem causar vários tipos de problemas para os motores de tratores, veículos e máquinas agrícolas, e normalmente

são devidas à utilização de óleos de baixa qualidade, intervalos de troca muito longos e filtragem inadequada”.

“A utilização de óleos de baixa qualidade, trocas a intervalos muito longos e filtragem inadequada poderão provocar depósito de verniz, formação de borra, diminuição da vida do óleo e do filtro, aumento de desgaste de anéis, cilindros, mancais e válvulas, anéis presos e aumento dos custos de manutenção” (Lino 2001-1).

De acordo com Lino (2001-1), a presença de água e de outros contaminantes poderá causar mudanças nas condições do óleo tais como diminuição ou aumento da viscosidade, o que prejudica o rendimento do equipamento, visto que a viscosidade é característica fundamental de interação entre os elementos mecânicos do mesmo.

“A presença de água no óleo pode ocorrer devido a trincas no cabeçote, vazamentos na junta do cabeçote, ventilação do cárter deficiente, temperatura do óleo muito baixa, serviço intermitente (liga/desliga) e contaminações externas. Já a presença de outros contaminantes é devido a problemas na filtragem do óleo ou do ar de alimentação do motor” (Lino 2001-1).

### 3 | PRÁTICAS DE LUBRIFICAÇÃO

Segundo Lino (2001-1), alguns tipos de lubrificação podem ser feitas no local de trabalho, onde um eficiente aliado para este tipo de serviço é usar o comboio de manutenção, o qual corresponde a um veículo utilizado exclusivamente para deslocamento até as máquinas e relubrificação das mesmas, evitando a necessidade de deslocar os equipamentos até uma oficina central de lubrificação. Este comboio pode ser adquirido ou mesmo construído pelo produtor.

Carreteiro (2006) enuncia que a lubrificação dita perfeita é a junção de seis fatores: tipo certo, qualidade certa, quantidade certa, condição certa, local certo e ocasião certa. A coordenação desses fatores mediante um correto controle é o que se chama de lubrificação organizada. O conceito de lubrificação organizada está condicionada ao cumprimento dos seguintes princípios fundamentais:

- Número mínimo e adequado de lubrificantes, que atenda às exigências dos equipamentos;
- Sistemática correta de armazenagem, manuseio e distribuição dos lubrificantes;
- Controle dos serviços de lubrificação;
- Controle do consumo de lubrificantes;
- Codificação e identificação dos lubrificantes.

### 3.1 Organização da lubrificação

Segundo Carreteiro (2006), a lubrificação organizada de forma a permitir resultados deve ser estruturada em quatro grandes etapas:

- Levantamento dos equipamentos existentes;
- Programação das intervenções;
- Codificação e identificação dos lubrificantes;
- Controle.

#### 3.1.1 Levantamento dos equipamentos

A base para se estruturar uma gestão eficaz de lubrificação consiste em conhecer quais equipamentos necessitam de lubrificação e suas respectivas características.

Carreteiro (2006) enuncia que, nesta etapa, deve ser feito o levantamento de todos os pontos a serem lubrificados. As informações colhidos em cada equipamento deverão constar em uma ficha própria, contendo: nome do equipamento, número de inventário, localização do equipamento, partes a lubrificar, número e localização de pontos, capacidade dos depósitos, métodos de aplicação do lubrificante, frequência de aplicação, períodos de troca, serviços a serem executados, lubrificantes recomendados e respectivos códigos e tipos de acionamento.

Uma vez concluída a etapa do levantamento dos dados, estes devem ser analisados para verificar os seguintes pontos:

- Verificação do respeito aos lubrificantes recomendados;
- Estudo dos métodos de aplicação do lubrificante e as ferramentas utilizadas;
- Levantamento das especificações dos lubrificantes;
- Racionalização da diversidade de lubrificantes.

#### 3.1.2 Programação das intervenções

Segundo Carreteiro (2006), o programa de lubrificação é elaborado em função do número de homens/hora necessário para cada tarefa. Desta forma, os pontos a serem lubrificados deverão ser computados pelos respectivos períodos de lubrificação definidos: diário, semanal, quinzenal, mensal, bimestral, trimestral, semestral, anual, entre outros.

Em relação ao roteiro das intervenções para lubrificação dos equipamentos, Carreteiro (2006) diz que o roteiro deve ser elaborado considerando a distribuição geográfica dos equipamentos, visando otimizar distâncias a serem percorridas, tempos de deslocamento e lubrificação, para se obter o máximo de produtividade em homem/hora.

O calendário anual de intervenções tem por objetivo permitir a programação diária

das atividades de lubrificação. A Figura (1) apresenta as etapas para a organização do calendário de programação de intervenções para lubrificação.

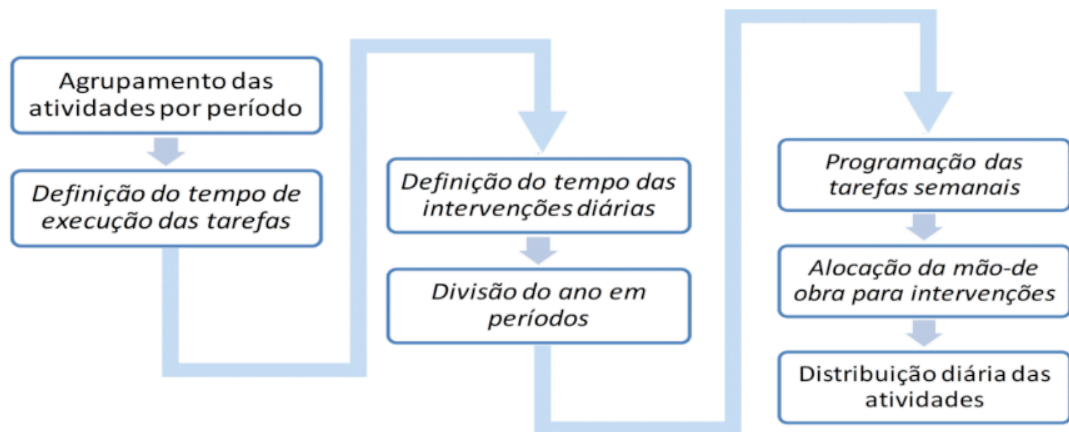


Figura 1 - Etapas de organização do calendário de intervenções (Adaptado de Carreteiro, 2006)

Sobre a periodicidade das intervenções de lubrificação, Bormio (2003-2) enuncia que as trocas de óleo do motor devem ser realizadas nas seguintes condições:

- Trocar a cada 100 horas quando se usa a máquina sob condições predominantes de “anda e para”, em longos e frequentes períodos em marcha lenta (utilizando a tomada de potência para acionar máquinas que requerem pouca potência), sob alta temperatura, cargas e esforços adicionais (quando se usa implementos que exigem carga maior do que o trator possa oferecer);
- Trocar a cada 200 horas quando a máquina opera normalmente, com acoplamento de implementos que foram dimensionados para a mesma;
- Trocar a cada 6 meses para óleo de base mineral quando o número de horas não for atingido;
- Trocar a cada 12 meses para óleo sintético quando o número de horas não for atingido;
- Para motores inativos, o óleo deverá ser trocado no máximo entre 3 e 6 meses;
- Ou ainda, há a possibilidade de seguir as orientações do fabricante, as quais são encontradas no próprio manual da máquina.

De acordo com Bormio (2003-2), também é muito importante acompanhar o nível do óleo do motor através da vareta de nível e recompor o nível do óleo quando este atingir o patamar mínimo. A recomposição do nível de óleo deve ser feita utilizando-se o mesmo tipo de óleo lubrificante para garantia da eficácia do equipamento e evitar contaminações.

Bormio (2003-2) define que é recomendado respeitar as seguintes orientações:

- Não se misturar óleos com características diferentes, já que a utilização de elementos químicos diferentes para uma mesma finalidade de aditivação

pode ocasionar aparecimento de ácidos corrosivos que irão destruir principalmente os mancais de liga do motor;

- Completar o nível quando a marca mínima for atingida e, antes de completar, verificar o tempo de utilização do óleo, pois a próxima troca pode estar muito próxima e completar não prolonga o tempo de substituição do óleo usado;
- Utilizar sempre óleo com a viscosidade correta;
- Quando substituir o óleo, deve-se também substituir o filtro, para se diminuir o risco de contaminação do lubrificante por um filtro usado;
- Examinar sempre se não há vazamentos de óleo. Caso houver, corrigir imediatamente. A tampa de enchimento e a vedação da vareta de nível em seu tubo são pontos onde normalmente ocorrem vazamentos e grande penetração de contaminantes externos.

Em seu trabalho, Bormio (2003-1) indica que a troca do óleo lubrificante do sistema de transmissão deve ser feita conforme as recomendações dos fabricantes, pois os mesmos estabelecem um período ideal de troca com uma certa margem de segurança, podendo ser estendido ou antecipado dependendo das condições de uso ou da conveniência. Deste modo, pode-se simular duas situações. Considerando que o óleo utilizado seja de classificação correta, trabalhando sob condições normais, e que a troca deva ser feita com 750 horas de trabalho.

A Figura (2) apresenta o reservatório de óleo do sistema de transmissão. A tampa representada pela seta branca é fundamental para garantir que o óleo não seja contaminado por água ou outros agentes contaminantes presentes no ar.

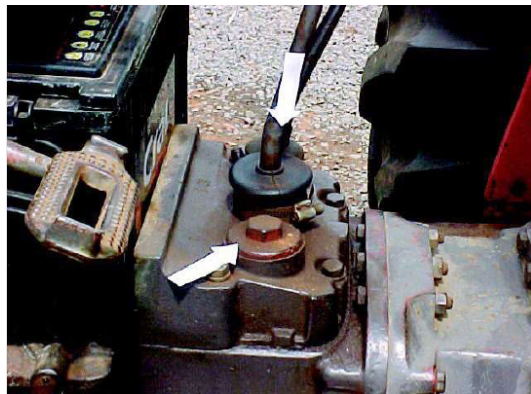


Figura 2 - Reservatório de óleo do sistema de transmissão (Revista Cultivar Máquinas nº 26)

Segundo Cimma Ltda. (2006), o nível do óleo lubrificante dos redutores finais dos eixos traseiro, dianteiro e do diferencial dianteiro (caso houver) deverá ser verificado a cada 250 horas em local plano. A troca deverá ser feita a cada 500 horas ou de acordo com as recomendações do fabricante.

Bormio (2004-4) afirma que, quando a lubrificação é feita em locais onde se utiliza graxas, deve-se seguir rigorosamente as orientações do fabricante. Estas orientações

são encontradas nos manuais da máquina, que trazem uma tabela de lubrificantes recomendados e aprovados para o produto.

De acordo com Bormio (2004-4), normalmente para fins agrícolas, é indicado o uso da graxa de lítio por ser uma graxa multifuncional, que serve para lubrificar rolamentos e articulações. Os graus de consistência mais utilizados são o 2 e o 3, mas antes de se escolher ou aplicar a graxa em qualquer máquina ou equipamento, é necessário observar os seguintes pontos fundamentais para que a lubrificação seja eficiente:

- Utilize sempre a graxa recomendada pelo fabricante, graxas não são todas iguais como se apregoa e acredita em muitas empresas;
- Para evitar a aplicação de graxa errada, deve-se verificar a especificação no recipiente de graxa;
- Utilize o plano de lubrificação do fabricante para lubrificações diárias, semanais, entre outras;
- Mantenha limpas as bombas de aplicação e reservatórios de graxas, evitando o contato com poeira, para diminuição da contaminação do lubrificante;
- Antes da aplicação, limpe com um pano o pino graxeiro, o que evitará que a sujeira acumulada externamente entre no sistema;
- Com um estilete, verifique o funcionamento da esfera de vedação do pino graxeiro. Pinos graxeiros danificados devem ser substituídos;
- Após a aplicação, não limpe o excesso de graxa sobre o pino graxeiro, a camada excessiva funcionará como vedação à penetração de sujeira;
- Aplica-se graxa nova até que toda a graxa velha tenha sido expulsa do reservatório. Isto é percebido devido à diferença de coloração da graxa nova com a velha;
- Faça uma estimativa da necessidade de utilização de graxa para aproximadamente seis meses. Graxas armazenadas por períodos mais longos podem trazer problemas de lubrificação. Isto será provocado pela separação do óleo do sabão metálico por ação da gravidade e quando se aplica somente o sabão metálico, não se tem lubrificação. Desta forma, seria interessante que a cada mês os recipientes armazenados sofressem um giro de 180°.

A Figura (3) apresenta o exemplo de uma articulação presente em uma máquina agrícola. A figura da esquerda representa a articulação e o pino graxeiro antes da lubrificação. A figura da direita apresenta o sistema após a lubrificação.

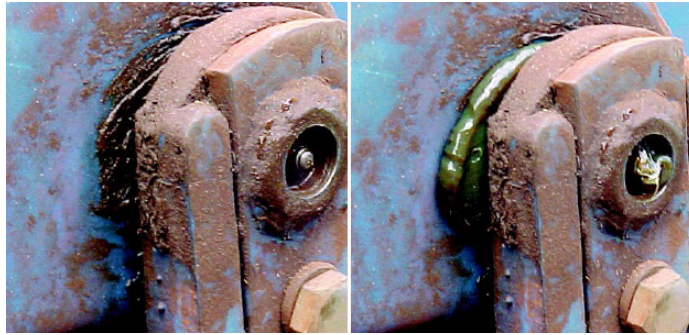


Figura 3 - Articulação de máquina agrícola (Revista Cultivar Máquinas nº 29)

### *3.1.3 Controle do consumo de lubrificantes*

Carreteiro (2006) afirma que o controle do consumo de lubrificantes deve ser feito de duas formas:

- Controle de estoque: pode ser feito manual ou eletronicamente, via ficha de estoque. A ficha de estoque deve ser individual e permitir a identificação de dados como: datas de entrada e saída do produto, estoque existente, ponto de ressuprimento, localização do item no almoxarifado, entre outros;
- Controle de consumo: pode ser feito manual ou eletronicamente, via ficha de consumo. O objetivo deste controle é permitir a identificação de dados como: consumo em um determinado período (anual, mensal, quinzenal), por área, tipo de produto e equipamento.

Controlar o estoque está ligada à estratégia de se evitar paradas de equipamentos por indisponibilidade do lubrificante no estoque local. Já o controle de consumo está ligado à estratégia de se racionalizar o consumo de lubrificantes, identificando pontos de otimização e, conseqüentemente, redução de custos.

### *3.1.4 Codificação e identificação dos lubrificantes*

Segundo Carreteiro (2006), nas empresas de grande porte, é importante que se utilizem uma codificação e uma classificação dos lubrificantes de modo a simplificar a identificação e a aplicação dos lubrificantes. A identificação pode ser feita conforme a política interna de identificação da empresa. Normalmente, é utilizada uma combinação de cores, figuras geométricas e números. Este tipo de codificação é largamente utilizado na aplicação dos produtos. A criação de plaquetas metálicas ou adesivos para serem fixados próximos aos pontos a lubrificar é o método mais comumente usado.

## **4 | ANÁLISE DE ÓLEO**

De acordo com Bormio (2001-3), quando se pretende ter controle sobre as



condições de manutenção de máquinas e prevenir paradas indesejáveis durante o trabalho, pode-se utilizar um método altamente eficaz e confiável que é a análise do óleo lubrificante. Esta análise tem por objetivo obter informações sobre o óleo usado que serão utilizadas pela manutenção preventiva ou preditiva de equipamentos mecânicos lubrificados.

Segundo Bormio (2001-3), comparando o número de problemas detectados no óleo lubrificante de motores, os tratores agrícolas analisados rotineiramente apresentaram 18,4 % de problemas enquanto no grupo de tratores onde não era aplicada a técnica, apareceram problemas em 70 % das análises realizadas. Assim, fica evidente a diminuição do número de quebras e da necessidade de manutenção de emergência durante o trabalho dos tratores devido as informações fornecidas pelas análises. Assim, pode-se obter em torno de 45 % de economia no consumo do lubrificante, isso porque o controle do lubrificante permite que este seja utilizado além do tempo estabelecido pelo fabricante do motor com absoluta segurança.

A Figura (4) apresenta a imagem de um viscosímetro cinemático utilizado em laboratórios de análise de óleo.



Figura 4 - Viscosímetro cinemático (Revista Cultivar Máquinas nº 5)

De acordo com Bormio, (2001-3) é fundamental o auxílio de um profissional competente e experiente, pelo menos na fase de implantação da técnica.

Segundo Bormio (2001-3) a eficiência desta técnica é incontestável quando aplicado em máquinas agrícolas que constantemente ficam sujeitas a contaminação por poeira, água, por exemplo, advindas do ambiente de trabalho altamente contaminado. Os motores à combustão são os equipamentos em que o óleo lubrificante sofre maior contaminação ou deterioração. Neste caso, os testes mínimos necessários em uma análise de óleo usado de um motor são o de odor, aparência, viscosidade, presença de água, quantidade de fuligem, ponto de fulgor e presença de metais, e se fazendo necessário, podem ser realizados ainda outros testes como o TBN (índice de basicidade total), o TAN (índice de acidez total), densidade, corrosão, entre outros. O objetivo de se fazer testes adicionais é a proteção dos equipamentos mecânicos, permitindo

que uma avaria seja evitada com a eliminação precoce de causas da mesma. Como exemplo de avaria, cita-se a penetração de poeira no motor devido a um problema qualquer no sistema de filtragem e que, a longo prazo, irá acarretar desgaste acelerado nas peças móveis e, conseqüentemente, a sua falência.

A Figura (5) apresenta resultados da análise de óleo e as possíveis causas de cada um dos problemas identificados.

Resultado do ensaio	Causas prováveis
Contaminação por água	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - Condensação: operações a baixa temperatura, ventilação inadequada do cárter, uso excessivo em marcha lenta, períodos curtos em serviços intermitentes.</li> <li>2 - Elevado vazamento de gases: anéis ou camisas gastas, restrições no sistema de escape.</li> <li>3 - Vazamento de refrigerante: juntas de cabeçote vazando, cabeçote apertado com torque indevido, bloco ou cabeçote rachados.</li> </ol>
Redução da viscosidade	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - Uso de produto menos viscoso.</li> <li>2 - Diluição pelo combustível: alimentação excessiva de combustível, bicos injetores gotejando, alimentação de ar ou sistema de escape obstruído.</li> </ol>
Aumento da viscosidade	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - Uso de produto mais viscoso.</li> <li>2 - Contaminação por água, e por fuligem do combustível.</li> <li>3 - Degradação: refrigeração inadequada, operação com mistura pobre, períodos de drenagem excessivamente prolongado.</li> </ol>
Contaminação por insolúveis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - Fuligem do combustível: operação com mistura rica, bicos injetores defeituosos, entrada de ar de admissão obstruída.</li> <li>2 - Entrada de poeira: manutenção inadequada do filtro de ar, vazamento de ar no sistema de admissão.</li> <li>3 - Desgaste metálico: geralmente relacionado com a quantidade de impurezas aspiradas, manutenção inadequada dos filtros de ar.</li> </ol>

Figura 5 - Problemas evidenciados em análise de óleo e suas possíveis causas (Revista Cultivar Máquinas nº 5)

Segundo Bormio (2003-2), a substituição do óleo lubrificante de um motor dentro do prazo só pode ser desprezada quando houver controle do estado do mesmo, através de análises e acompanhamento de suas características, pois à medida que trabalha, o óleo lubrificante tem suas características originais modificadas. A principal característica alterada é a viscosidade, que pode sofrer uma alteração máxima de aproximadamente 10 % em relação ao valor de medição do óleo novo. A queda da viscosidade normalmente é causada pela contaminação por combustível que passa pelos anéis do pistão e se deposita no cárter, afinando o óleo lubrificante.

De acordo com Bormio (2003-2), a contaminação varia de motor para motor, onde um motor novo está menos suscetível à contaminação do que um motor já usado, pois à medida que envelhece, a contaminação aumenta, o desgaste natural também contribui para isto. As principais causas são devido ao fato de que os bicos injetores

passam a gotejar, a bomba injetora se desregula e os cilindros perdem compressão. Um óleo de motor com 6 % de Diesel sofre queda de viscosidade de aproximadamente um grau SAE, ou seja, um óleo SAE 30 passa a ser um óleo SAE 20, inadequado para o trabalho indicado. A consequência desta alteração é o desgaste acelerado por quebra do filme de lubrificação, causando contato direto das peças e menor tempo de vida ao motor.

Bormio (2003-2) enuncia que uma das principais causas do aumento da viscosidade é o tempo excessivo de utilização do óleo lubrificante, onde o espessamento do óleo acontece devido ao acúmulo de produtos insolúveis provenientes da combustão, desgaste natural, ar de admissão ou por um meio qualquer como fuligem, poeira, metais de desgaste e resíduos de oxidação por umidade (água). Estes elementos, além de espessarem o óleo lubrificante, dificultando o movimento, também são abrasivos e causam desgaste por se interporem entre as peças em movimento. Os aditivos, que são elementos que melhoram o desempenho do óleo, também se esgotam deixando de desempenhar suas funções como proteger de ferrugem, corrosão, entre outros.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lubrificação é uma operação de suma importância a fim de se evitar o desgaste prematuro de peças e manter o funcionamento adequado de máquinas agrícolas, reduzindo o risco de custos elevados por manutenção, menor produção e tempo perdido com máquinas paradas para manutenção. No entanto, para se ter uma lubrificação eficaz, é necessário ter profissionais treinados e determinados para cumprir a tarefa.

O uso adequado de lubrificantes bem como o respeito aos seus períodos de troca em máquinas agrícolas, ajudam a diminuir o desgaste excessivo, o superaquecimento e até a perda total de componentes da máquina e, conseqüentemente, reduz os gastos com manutenção corretiva, aumentando a vida útil de motores, transmissão e outros componentes importantes das máquinas.

## REFERÊNCIAS

- Bormio, M. R. **Desgaste mínimo**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano III, n. 26, p. 6-10, dez. 2003-1.
- Bormio, M. R. **Hora da troca**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano III, n. 16, p. 6-8, jan. / fev. 2003-2.
- Bormio, M. R. **Proteção da máquina**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano I, n. 5, p. 14-15, set. / out. 2001-3.
- Bormio, M. R. **Proteção e vida longa**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano III, n. 29, p. 10-12, abr. 2004-4.
- Carreiro, R. P.; Belmiro, P. N. A. **Lubrificantes e lubrificação industrial**. Rio de Janeiro: Interciência IBP, 2006.
- Cimma LTDA. **Transmissão lubrificada**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano VI, n. 55, p. 24-25, ago. 2006.
- Fernandes, A. C.; Bernardes, A. M.; Gonçalves, W. S. **Check List**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano IX, n. 83, p. 18-21, mar. 2009.
- Lino, A. C. L. **Lubrificantes especiais**. Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano I, n. 4, p. 8-10, jul. / ago. 2001-1.
- Lino, A. C. L. **Porque lubrificar?** Revista Cultivar Máquinas, Pelotas, RS, ano I, n. 2, p. 17-18, mar. / abr. 2001-2.
- The Lubricant Company. "**Rarus Compressor Oil**". Acesso: 13 de Setembro de 2015. <<http://www.thelubricantcompany.co.uk/news/company-news/324/mobil-introduce-shc-rarus-compressor-oil>>.

## 6 | AUTORIZAÇÕES / RECONHECIMENTO

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Henrique Ajuz Holzmann** - Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**João Dallamuta** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-246-3

