

VOLUME 3

2023

# E-TEC

Revista de Tecnologia e Ciência



[WWW.UNISENAIPR.COM.BR](http://WWW.UNISENAIPR.COM.BR)

 UniSENAI PR

— Edição V3 - Ano 2023

— Corpo Editorial

Editor Chefe

Prof. Dr. Vicente de Lima Gongora

— Comitê Executivo

Profa. Adriana Giseli Leite Carvalho

Prof. Antônio Carlos Rodrigues

Prof. Me. Anderson Ávila dos Santos

Profa. Dra. Camila Fogaça de Oliveira

Prof. Fabio Rodrigo Milanez

Prof. Dr. Renato Kazuo Miyamoto

Prof. Dr. Rodolfo Alexandre Hildebrandt

Prof. Wesley Candido da Silva

Editora: Centro Universitário UniSenai Londrina

ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Centro Universitário UniSenai Londrina

Rua Belém, 844 - Londrina / PR (43) 3294-5100

Partes desta publicação poderão ser reproduzidas, sem a autorização prévia ou escrita deste Editor, desde que citada a fonte. Este periódico publica nomes individuais, comerciais, marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.



## Editorial

Caros leitores e pesquisadores,  
Temos o prazer de convidá-lo a explorar as vastas fronteiras do conhecimento em Engenharia Mecânica em nossa revista científica volume 3 / 2023. Nessa versão, você encontrará pesquisas e estudos que abordam temas e oportunidades na Engenharia Mecânica.

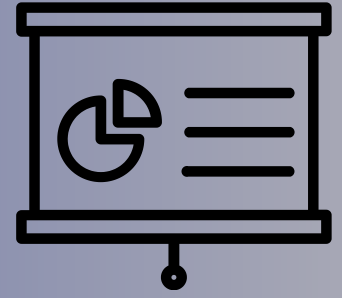
Os artigos apresentados em nossa revista são revisados por pares e abrangem uma ampla gama de tópicos, incluindo manufatura avançada, dinâmica de fluidos, sistemas mecânicos, sustentabilidade e muito mais.

Estamos comprometidos em fornecer um fórum onde acadêmicos, pesquisadores e profissionais possam compartilhar seus *insights*, descobertas e inovações mais recentes. Convidamos você a ler, aprender e se inspirar com os artigos em nossa revista.

Agradecemos a todos os pesquisadores que contribuíram para esta publicação. Esperamos que nossa revista seja uma fonte valiosa de conhecimento e inspiração à medida que avançamos juntos na jornada da inovação.

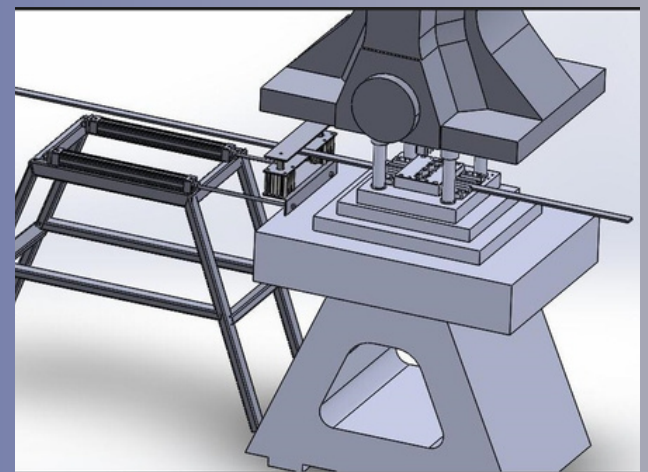
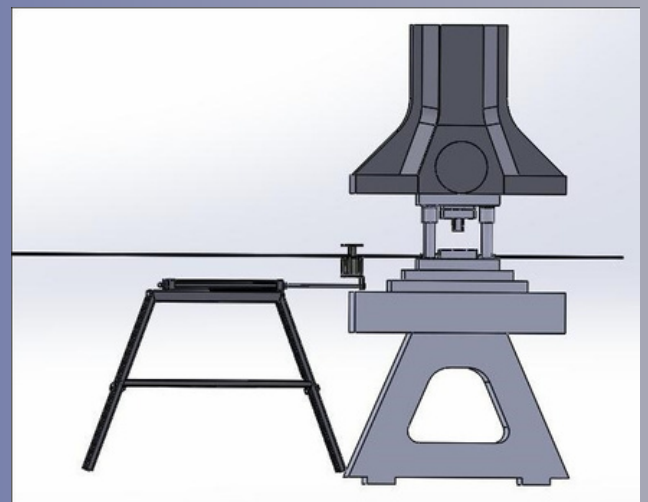
Seja bem-vindo e junte-se a nós nesta emocionante busca pelo progresso tecnológico e pelo aprimoramento constante de nossa compreensão da Engenharia Mecânica.

Atenciosamente,  
Vicente Gongora [Editor-Chefe]



## Destaques da Mostra de Resultados da Engenharia Mecânica

Entre os dias 21 e 25 de novembro de 2022 ocorreu a 5ª mostra de resultados das Jornadas de Aprendizagem. Nesse ambiente, os alunos têm a oportunidade de explorar uma variedade de projetos e estudos que abrangem áreas diversas, desde análises de tensão e simulações de dinâmica de fluidos até o *design* de elementos mecânicos e testes de materiais.



Esses resultados representam a aplicação prática do conhecimento em Engenharia Mecânica, oferecendo soluções inovadoras para desafios complexos.

# — *Introdução*

## Seja um aluno UniSenai PR

### **Excelência em engenharias:**

Com uma visão voltada para o futuro da indústria, formamos profissionais capacitados a impulsionar o desenvolvimento e a gerar soluções inovadoras para o setor industrial.

Cursos ofertados:

- Engenharia Mecânica
- Engenharia Elétrica
- Engenharia de Software
- Tecnologia em Automação Industrial



## — Fica a dica Biblioteca Digital



Ferramenta de apoio à pesquisa para tornar mais ágil o acesso e obtenção de informações.

Reúne, acesso a resumo, referência e assuntos das mais diversas obras físicas disponíveis em nossas bibliotecas do estado.

👉 Colaboradores podem emprestar título de todas as unidades – via solicitação a equipe da Biblioteca local



# BIBLIOTECA SESI SENAI LONDRINA

## BIBLIOTECA DIGITAL

LINK:<https://www.sistemafiep.org.br/bibliotecadigital/>

CONSULTA AO ACERVO

Sistema Fiep **FIEP**

Pesquisa Geral

Palavra |  Índice      Ordenação: Título

Buscar por: Livre      Ano de publicação:

Registros por página: 20

Aponte a câmera do seu celular para o QR CODE

A large black and white QR code that, when scanned, likely leads to the digital library's website.

Consulte a Biblioteca Digital -



[HTTPS://BIBLIOTECA.FIEPR.ORG.BR/PERGAMUM/BIBLIOTECA/INDEX.PHP](https://biblioteca.fiepr.org.br/pergamum/biblioteca/index.php)



## — Mural de avisos

### MEIO AMBIENTE



Na semana do meio ambiente, além da exposição de trabalhos de alunos a instituição conseguiu uma doação 30 mudas de árvores frutíferas (Jaca/Pinha/Abacate/Goiaba/Mamão) para o replantio a contribuição para um mundo mais sustentável.

A UniSenai se preocupa com o meio ambiente.



**Chamada para 7º Mostra de Resultados Jornada de Aprendizagem de Engenharia Mecânica**

Entre os dias 20 a 24 de novembro de 2023

# — *Sumário*

## Capítulo I

Estudo ambiental de resíduos orgânicos urbano pelo método de fermentação para a produção do Biogás ..... Pg. 9

## Capítulo II

Manufatura e validação de um tribômetro linear recíproco ..... Pg. 21

## Capítulo III

Importância do PCM da Gestão da Manutenção e de ativos: uma Revisão Bibliográfica ..... Pg. 30

## Capítulo IV

Manutenção em robôs industriais ..... Pg. 63



## Capítulo I – Estudo ambiental de resíduos orgânicos urbano pelo método de fermentação para a produção do Biogás

Damien Carlos Dall’Agnol <sup>1</sup>

Adriana Giseli Leite Carvalho<sup>2</sup>

Janaina Fracaro de Souza Gonçalves<sup>3</sup>

Antônio Carlos Rodrigues<sup>4</sup>

Daniel Almeida Colombo<sup>5</sup>

Wagner De Paula Rodrigues<sup>6</sup>

### RESUMO

Este estudo apresenta uma análise do potencial energético capaz de ser produzido no município de Londrina/PR utilizando seus diferentes resíduos sólidos urbanos no processo de biodigestão anaeróbia provindos do lixo de residências e restaurantes. A metodologia utilizada consiste em uma revisão bibliográfica nas áreas de resíduos orgânicos, eficiência energética, biogás, biofertilizantes e na construção de uma maquete com o objetivo de compreender o processo de fermentação industrial. Os resultados indicam que as condições de temperatura dos biodigestores e os tipos de resíduos orgânicos afetam o desempenho da biodigestão anaeróbia, o arroz e feijão são potenciais resíduos orgânicos para produção de biogás e biofertilizante.

**Palavras-chave:** Biodigestor; Biogás; Resíduos Orgânicos; Meio Ambiente.

### ENVIRONMENTAL STUDY OF URBAN ORGANIC WASTE USING THE FERMENTATION METHOD TO PRODUCE BIOGAS ABSTRACT

This study presents an analysis of the energy potential that can be produced in the municipality of Londrina/PR using its different solid urban waste in the process of anaerobic biodigestion from household and restaurant waste. The methodology used consists of a literature review in the areas of organic waste, energy efficiency, biogas, biofertilizers and the construction of a model in order to understand the industrial fermentation process. The results indicate that the temperature conditions of the biodigesters and the types of organic waste affect the performance of anaerobic biodigestion, and that rice and beans are potential organic waste for producing biogas and biofertilizer.

**Key words:** Biodigester. Biogas. Organic Waste. Environment.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da UniSENAI-Campus Londrina, [damien@sgteletrosul.gov.br](mailto:damien@sgteletrosul.gov.br)

<sup>2</sup> Docente orientadora da UniSENAI-Campus Londrina, [adriana.carvalho@sistemafiep.org.br](mailto:adriana.carvalho@sistemafiep.org.br)

<sup>3</sup> Docente co-orientadora da UTFPR - Campus Londrina, [janainaf@utfpr.edu.br](mailto:janainaf@utfpr.edu.br)

<sup>4</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br](mailto:antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br)

<sup>5</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [daniel.colombo@sistemafiep.org.br](mailto:daniel.colombo@sistemafiep.org.br)

<sup>6</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [wagner.deprodrigues@sistemafiep.org.br](mailto:wagner.deprodrigues@sistemafiep.org.br)

## 1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade de buscar soluções para reduzir os impactos e danos causados pelo descarte de resíduos no meio ambiente e com o grande crescimento da população, a geração de resíduos e rejeitos aumenta cada dia mais. As diversas atividades diárias produzem grandes quantidades de resíduos, os quais necessitam de um tratamento e de uma disposição final. Entre as opções, a implantação de um biodigestor é uma opção viável para tratar os resíduos sólidos que compõem grande parte dos resíduos humanos gerados pela população e que são descartados em lixões muitas vezes a céu aberto gerando impactos ambientais e forte odor as proximidades.

De acordo com ISWA, estima-se que a geração de resíduos sólidos urbanos mundiais chegará a 3,4 bilhões de toneladas em 2050, sendo que a maior parte desse aumento será observada em países de baixa renda, onde a geração deve triplicar. Tal problemática precisa pautar-se em políticas e leis como principal instrumento legal de combate à problemática e disposição inadequados dos resíduos sólidos, como por exemplo a Lei nº 12.305/2010 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

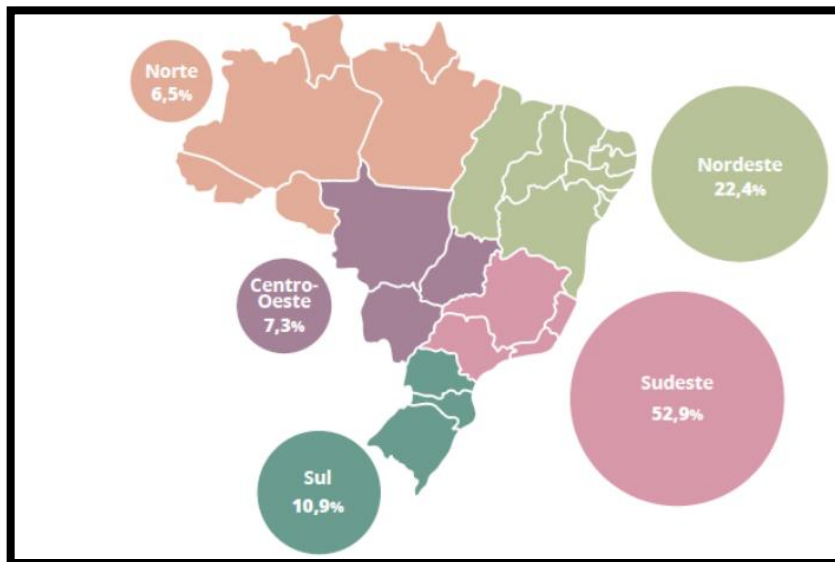
Conforme a Lei 12.305 no artigo 13 do item 1, subitem i, pode se definir os resíduos sólidos urbanos como: derivação de ações domésticas, e derivação de ações de varredura, limpeza de logradouros e vias públicas entre outros serviços de limpeza. Segundo a Lei nº 11.445/2007, no Art. 6º por veredito de autoridade pública será classificado como resíduo sólido urbano, qualquer lixo derivado de ações comerciais, industriais e de atividade cuja responsabilidade não for destinada ao gerador. Com isso, se estabelece instruções nacionais para o saneamento básico (Min. Meio Ambiente, 2007).

A população urbana mundial produz cerca de 1,3 bilhões de toneladas de resíduos sólidos por ano, o que equivale a 1,2 kg por dia para cada habitante das cidades. Aproximadamente metade desses resíduos sólidos são produzidos em países da OCDE (Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), são 34 países envolvidos. Segundo dados coletados esse valor vai aumentar para cerca de 2,2 bilhões de toneladas até 2025 (Pegada de lixo, 2016). A quantidade de resíduos sólidos produzida em todo território brasileiro no ano de 2017 aproxima se de 72 milhões de toneladas. Registrando um índice de coleta de aproximadamente 92% no país, os outros 8% não foram coletados, e consequentemente tiveram destino impróprio.

Estima-se que cada pessoa produz em média cerca de 800 gramas a 1 kg de resíduos sólidos por dia. Portanto, uma cidade de 25.000 habitantes produziria aproximadamente 25 toneladas de lixo por dia (Abrelpe, 2017). A geração de RSU produzida pela população

brasileira teve um aumento de 0,48% entre 2016 e 2017, isso se deve ao aumento populacional de 0,75%. Nesse mesmo período teve um crescimento de 1% na produção de RSU, chegando a uma produção de 214.868 toneladas diárias de lixo (Abrelpe, 2017). Na figura 1 será mostrado a geração de RSU no Brasil nos anos de 2016 e 2017.

**Figura 1** - Porcentagem de participação coleta de RSU no Brasil.



Fonte: Abrepel, 2017.

A escolha de um biodigestor adequado é o principal fator para um desenvolvimento e processo apropriados, de modo que haja compatibilidade entre as características da biomassa utilizada e o biodigestor considerado. Neste processo é possível monitorar antes, durante e depois do processo de fermentação as temperaturas internas dos biodigestores, e temperatura interna e externa no armazenamento, onde os biodigestores ficaram contidos e a produção de biogás. O objetivo desse estudo consiste em avaliar o uso de resíduos orgânicos provenientes de compostos orgânicos descartados por residências e restaurantes, no processo de fermentação anaeróbia em biodigestores de tamanho industrial para geração e distribuição do metano.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS (RSO)

Resíduo sólido orgânico é todo material descartado como lixo que deriva de um ser vivo, ou seja, trata-se de um material que tem a matéria orgânica como seu componente

biológico, que inclui folhas, restos de carnes e ossos, papéis, restos de alimentos, madeira etc. (BOJADSEN, 1997, apud ALMEIDA et al., 2013, p.28).

Segundo Almeida et al. (2013), esse tipo de resíduo é considerado poluente ao meio ambiente, devido que, além de ser altamente malcheiroso, proporciona durante seu processo de decomposição um ambiente favorável para o desenvolvimento de microrganismos com grandes agentes causadores de doenças. É possível manter o controle do descarte correto dos RSO, onde boa parte é composta de rejeitos gerados pelo corpo humano como fezes e urina, evitando-se a proliferação de vermes, bactérias, fungos e vírus, e conseqüentemente, reduzindo o nível de possível transmissão de doenças geradas por esse material.

Por outro lado, o potencial poluidor produzido por esse material orgânico, com tratamento adequado, pode ser usado para diversos fins como adubos e fertilizantes a partir da compostagem, ou pelo processo de biogásificação para a produção de certos combustíveis como biogás, devido à degradação dos RSO gerarem um alto índice de metano (JAMES, 1992, apud ALMEIDA et al., 2013, p.28).

## 2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Estima-se que cada pessoa produz em média cerca de 800 gramas a 1 kg de resíduos sólidos por dia. No país do Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, foi apresentado um estudo pelo Atlas Brasileiro de GEE e Energia no ano de 2011, foi gerado aproximadamente cerca de 198 mil toneladas de resíduos sólidos por dia, chegando a gerar cerca de 62 milhões de toneladas por ano. Somente 90% do Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) foram coletados, sendo assim, das 198 mil toneladas coletadas diariamente, baixaram para 180 mil toneladas diárias. A grande maioria desses RSU gerados são armazenados em lugares inadequados, podendo causar sérios problemas ambientais, devido à emissão de gás metano lançado na atmosfera, o que acaba ocasionando o efeito estufa e gerando doenças.

O aterro sanitário é um lugar atribuído para armazenamento dos RSU, por meio dele acontece o monitoramento e tratamento. Na grande maioria das vezes, são construídos em locais distantes das cidades, devido ao mal cheiro e pela eventualidade de contaminação do solo e águas subterrâneas. Uma forma de acabar com o mal cheiro e a contaminação é a utilização de usinas de biogás, assim se pode gerar energia com o processo de decomposição do lixo orgânico.

## 2.3 BIODIGESTOR

Os biodigestores são equipamentos utilizados na produção de energia renovável através do Biogás, produzidos por digestão anaeróbica, ou seja, na ausência de gás oxigênio,

que usa de material orgânico (BIOSSISTEC JR, 2022). A biodigestão ou fermentação anaeróbia é bastante complexa e um elevado número de espécies de bactérias, produtoras ou não de metano, contribuem de algum modo para sua degradação (TIETZ et al. 2014). Durante a redução da carga orgânica presente em um resíduo, há a minimização do poder poluente e dos riscos sanitários desses dejetos e ao mesmo tempo, tem-se como subproduto o biogás, que pode ser convertido em energia térmica ou elétrica e o biofertilizante utilizado como adubo (STEIL, 2002).

De acordo com Sagula (2012), o biogás é constituído de 60 a 70% de metano ( $\text{CH}_4$ ) e 30 a 40% de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), além de traços de gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). O metano não possui cheiro nem cor, sendo altamente inflamável de chama azul lilás e não deixa fuligem (BARRERA, 2003).

A formação do metano ocorre de forma espontânea em ambientes isentos de ar, quando a biomassa ou matéria orgânica cuja composição é feita por carboidratos, lipídeos, proteínas entre outros nutrientes, ainda na presença de bactérias, se decompõem formando metano e impurezas. Parte do dióxido de carbono produzido se liga à amônia, enquanto o enxofre fica como resíduo, resultando em uma composição do biogás.

O processo anaeróbico passa necessariamente por quatro fases a nível bacteriano, sendo elas hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, na qual a geração do biogás ocorre na última etapa do processo. Após a produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor sob a forma pastosa e com resíduo líquido, rica em nutrientes, com grande poder de fertilização sendo chamado de biofertilizante. Ele contribui para o restabelecimento do teor de húmus do solo, melhorando as características físicas e químicas além de ajudar a melhoria da atividade microbiana do solo (RIBEIRO, 2007).

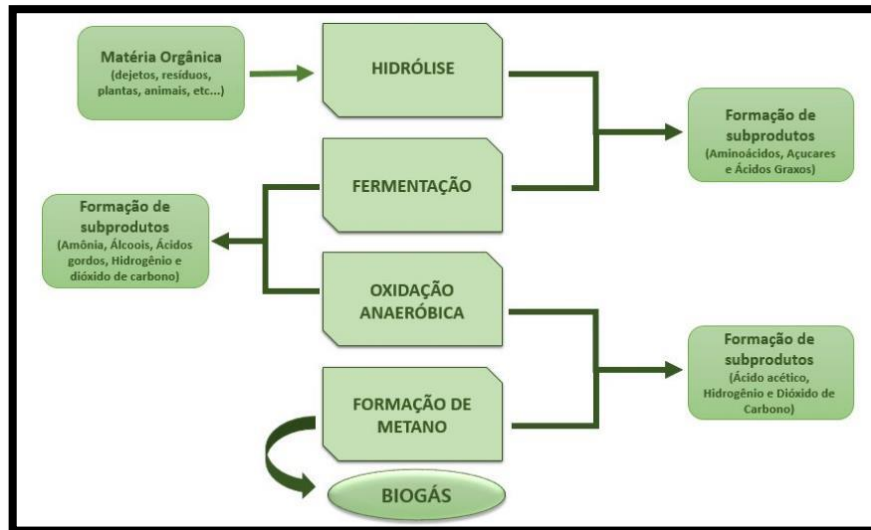
Dentro do fermentador ocorre a degradação anaeróbica da matéria orgânica, onde com o auxílio interno de um misturador para trazer homogeneidade à mistura, é possível manter um controle de pH e temperatura, para que as bactérias possam realizar esse processo de uma forma mais eficiente (GLEYSSON, 2012). Dependendo do tipo e da variação de matéria orgânica utilizada para a produção do biogás e do biofertilizante, resultará em sua concentração e qualidade devida destes subprodutos.

Isso ocorre, pois, cada substrato inserido apresenta diferentes propriedades químicas, o que afeta diretamente na produção final, necessitando-se de uma análise química apropriada para se estabelecer quais os tipos de substratos que alavancam o potencial de geração deste sistema, obtendo um subproduto ideal (GLEYSSON, 2013). De acordo com o fluxograma apresentado pela Figura 2, é possível visualizar o processo de biogásificação.

É a primeira fase do processo, em que as bactérias anaeróbicas facultativas (bactérias hidrolíticas) vão fazer a quebra dos compostos complexos e insolúveis em substâncias

simples e solúveis de menor peso molecular (monômeros), como monossacarídeos, ácidos graxos, aminoácidos e outros compostos.

**Figura 2:** Fases da produção de biogás.



Fonte: Infoescola, 2016

A etapa da hidrólise ocorre de uma maneira lenta, sendo um fator limitante para o processo de digestão anaeróbica (LEUNG e WANG, 2016). Pois é um período mais demorado e depende de alguns parâmetros, especialmente da composição do substrato e complexidade estrutural dele, uma vez que se for complexo (como no caso dos materiais lignocelulósicos).

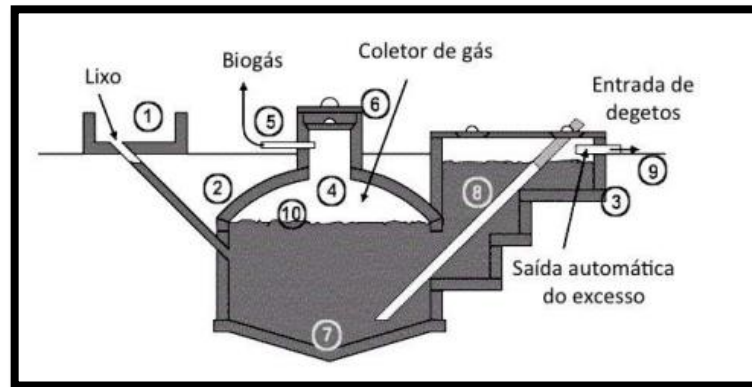
Os microrganismos envolvidos nesta fase encontrarão maiores dificuldades para desfazer o complexo de ligações e alcançar moléculas menores, porque essas 27 transformações são catalisadas por exoenzimas excretadas por micro-organismos facultativos ou acidogênicos (anaeróbios estritos), (INSAM et al., 2010). A acidogênese é a segunda etapa, as moléculas menores decorrentes da hidrólise são metabolizadas pelas bactérias acidogênicas fermentativas em ácidos graxos voláteis de cadeia curta (AGV), álcoois, ácido lático, dióxido de carbono, hidrogênio, amônia e sulfeto de hidrogênio (ZHANG et al., 2015).

A acetogênese é uma fase reguladora do processo em que as moléculas orgânicas são convertidas em acetato, hidrogênio e dióxido de carbono, pelas bactérias acetogênicas, que serão os substratos para as bactérias metanogênicas (KOTHARI et al., 2014). Na etapa final do processo da digestão anaeróbica, chamada de metanogênese, as bactérias metanogênicas usam acetato, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> provenientes da fase acetogênica para a produção de dióxido de carbono e metano (LEUNG e WANG, 2016).

### 2.3.1. BIODIGESTORES DOMÉSTICOS

Tratam a fração orgânica do lixo, assim como excrementos. É possível agrupá-los em três propostas tecnológicas principais: o biodigestor de cúpula chinês, o de tambor flutuante indiano e o tubular de plástico taiwanês. Eles são apresentados nas figuras 2, 3 e 4.

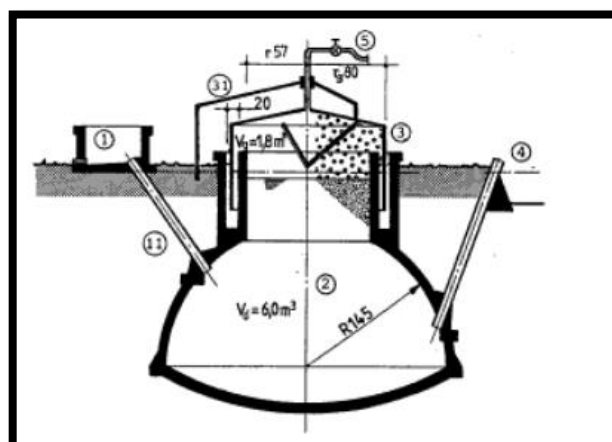
**Figura 3** - Biodigestor de cúpula chinês



**Fonte:** Energypedia (2016a).

O biodigestor de cúpula chinês é construído com materiais de alvenaria comum – tijolos ou pedras, ferro e cimento. Constitui-se de uma câmara de fermentação enterrada no solo e revestida de alvenaria (10), com fundo abaulado (7), interligada a um canal para alimentação com materiais orgânicos e líquidos (2) que a conecta com a superfície (1); uma saída do material digerido, em nível inferior (8), para coleta do resíduo fertilizante (3, 9), uma saída superior (4), para a coleta do biogás produzido (5) e uma tampa removível para a realização de manutenção (6). Apresenta, como vantagens, baixo custo de manutenção e longa vida útil – estimada em 20 anos (MSIBI; KORNELIUS, 2017).

**Figura 4** - Biodigestor indiano

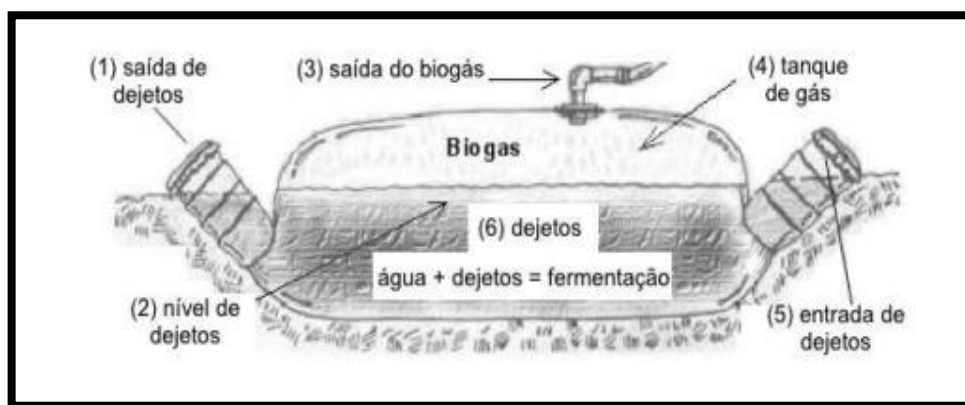


**Fonte:** Energypedia (2015)

O biodigestor de tambor flutuante indiano é constituído de um cilindro enterrado construído em alvenaria ou concreto reforçado (2), ligado a uma caixa de entrada de resíduos (1); e outro invertido, em forma de tambor (3), que se encaixa abarcando o primeiro, e serve de recipiente contentor de gás. O tambor é conectado a uma saída superior, para a realização da coleta do biogás (5). Os primeiros tambores eram construídos em aço.

Porém, com o tempo, corroíam-se. Mais tarde, passaram a ser fabricados em fibra de vidro, para evitar o problema. O tambor se move para cima e para baixo, de acordo com a quantidade de gás acumulada. A alimentação se faz por um cano de entrada conectando a superfície à câmara de fermentação (11), e há uma saída para o escoamento do lixo processado (4). O gás é retirado pela parte superior do tambor flutuante. Desde sua criação, esta topologia tornou-se muito popular na Índia, tornando-se objeto de muitos melhoramentos por parte da academia e da indústria do país (ENERGYEDIA, 2015).

**Figura 5 - Biodigestor tubular de plástico taiwanês**



**Fonte:** Energypedia (2016b).

O biodigestor taiwanês é uma espécie de pequeno reator de lagoa coberta constituída por um longo cilindro plástico com a relação entre o comprimento e o diâmetro de 14:3, construído em um saco feito de PVC, nylon coberto com neoprene ou um material especial denominado “red mud plastic” (RMP) feito com sobras de produção de alumínio. Possui um cano de alimentação numa das suas extremidades (5), e outro para a retirada do resíduo fertilizante no lado oposto (1). Na parte superior possui um reservatório de gás (4) e um coletor do gás produzido (3).

A biomassa fica armazenada na parte inferior do cilindro (6), no nível do solo (2). É a que apresenta menor custo inicial de implantação dentre as opções construtivas, porém também a de maior fragilidade (pode furar por contato com partes pontiagudas) e menor vida útil – estimada entre 2 e 10 anos (ENERGYEDIA, 2016b; JAXYBAYEVA et al., 2014; MSIBI; KORNELIUS, 2017).

## 2.4 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O BIOGÁS

O biogás, como produto de fermentação tem grandes vantagens sobre outros biocombustíveis, por exemplo ele não gasta energia para se separar do meio de produção por ser um gás), tem bom teor de hidrogênio portanto bom poder calorífico (por unidade de peso), exige muito pouca energia para sua purificação (retirada de enxofre e água, por exemplo), a produção se dá em ambiente que não requer nenhuma assepsia, portanto requerendo biorreatores relativamente baratos (embora grandes), a população microbiana responsável pela produção se desenvolve naturalmente e é formada por muitas espécies em cooperação, portanto mais robustas, capazes de consumir diferentes tipos de substratos (em geral resíduos líquidos ou pastosos), suportar variações e paradas e ainda gerar subprodutos (os chamados biodigestatos) que podem ser reciclados como fonte de água e nutrientes para a produção vegetal, inclusive substituindo fertilizantes minerais e fósseis.

O biometano em geral se adapta melhor aos motores de Ciclo Otto do que aos de Ciclo Diesel (para as tecnologias motrizes atuais) e estes motores, em geral, tem potência menor para o seu tamanho, maior consumo por quilometro, maior custo de manutenção e menor vida útil, por este motivo há esta preferência pelos motores de Ciclo Diesel no transporte de carga e de passageiros, mesmo com maiores emissões. O armazenamento do biogás (ou do biometano) é também mais caro do que o armazenamento de combustíveis líquidos embora hoje as condições de segurança estejam bem equacionadas, em vista do uso generalizado de gás natural (e outros gases) na indústria. O fato de ser gasoso e de ser necessária energia para sua liquefação ou apenas para seu transporte em dutos pressurizados, também complica o sistema de distribuição que requererá a montagem de pontos de reabastecimento nas principais rodovias em direção às grandes cidades e portos (os chamados corredores verdes). Em muitas Biorrefinarias, a geração de resíduos biodigeríveis é sazonal, trazendo desafios técnicos e econômicos, que embora tenham solução, podem encarecer os produtos finais.

Finalmente ao enviar todos os resíduos orgânicos para o biodigestor as Biorrefinarias (que transformam plantas em produtos) ficam mais eficientes e mais sustentáveis, gerando biocombustíveis de baixíssimas emissões de carbono, principalmente com o uso da metodologia de Análise de Ciclo de Vida Atribucional, que é usada hoje na política do RenovaBio.- Pensando portanto nos fundamentos e nas lições aprendidas com o Proálcool, o Programa do Biodiesel, o Pré-sal e com a importação de gás boliviano (e argentino) e ainda em vista do RenovaBio e a sua continuidade, veremos sim na próxima década a substituição do diesel na própria Biorefinaria, no transporte de passageiros nas grandes cidades (biometano de lixo) e, com a manutenção da fabricação de motores de combustão interna,

grandes reduções nas emissões, reduzindo nossa dependência externa de diesel e adubos importados, mesmo sem grandes inovações e Políticas Públicas (que serão muito desejáveis).

## 2.5 LEIS E NORMAS PARA ATERRO SANITÁRIO

Os aterros sanitários segundo a NBR 8419/92 da ABNT são definidos como uma técnica para elaboração de projetos sustentáveis, com base nisso a NBR 13.896/97 da ABNT estabelece exigências para elaboração de possíveis projetos. Os aterros recebem resíduos sólidos urbanos de diversos tipos como, da área da saúde, área de construções e área industrial, deve se elaborar células específicas para área conforme cada respectiva característica do resíduo, e devido ao grau de exigência e operação do aterro.

Conforme a NBR 10.004/2004 da ABNT somente resíduos sólidos de classe II (não-inertes) serão recebidos em aterros sanitários e resíduos sólidos de classe I nunca poderão ser recebidos por serem considerados perigosos. A determinação da CONAMA 404/2008 define parâmetros e instruções para o licenciamento ambiental do aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos que tenham acomodação de até 20 toneladas/dia de resíduos.

## 3 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica, cujos dados foram coletados através do levantamento das produções científicas e de bases de dados online sobre o uso do biogás como fonte alternativa de energia. Inicialmente foi realizada uma busca onde foram utilizados como critérios de utilização textos e artigos que abordavam os principais pontos da utilização do biogás como fonte de energia. Assim foram encontrados artigos e documentos em bases online referentes ao uso do biogás como fonte de energia.

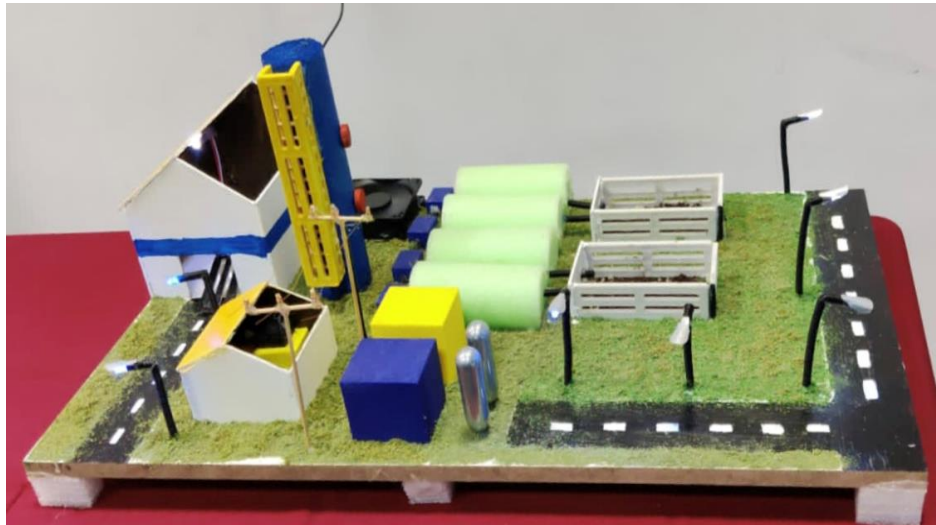
Na atualidade, surge-se no mercado a necessidade de desprender-se da produção de energia movida a combustíveis fósseis e nesse novo cenário ganha destaque o conceito de energia renovável, pois entende-se que este é uma energia limpa e sustentável. Para composição deste trabalho, utiliza-se como pressupostos dos resíduos sólidos orgânicos, o impacto para ecossistema e o desenvolvimento de uma maquete didática visando uma melhor compreensão da educação ambiental.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As informações levantadas possibilitaram analisar e elaborar um sistema eficaz de aproveitamento energético de resíduos orgânicos, dimensionados para o quantitativo diário dos resíduos descartados pelo município. O desenvolvimento de uma maquete possibilitou

exemplificar as etapas do processo e demonstrar um projeto futuro em escala industrial conforme a figura 6.

**Figura 6** – Maquete de produção de biogás



**Fonte:** Autor.

A identificação dos resíduos serve para garantir a segregação realizada nos locais de geração e deve estar presente nas embalagens, nos locais de armazenamento e nos veículos de coleta interna e externa. O material utilizado é colocado em local preparado para o armazenamento e posteriormente sua utilização conforme a demanda. Cada biodigestor é equipado com termômetro digital de sensor externo de precisão, instalado dentro do biodigestor a uma distância de 2 metros em relação à parte superior. Para monitorar a temperatura interna do biodigestor, utiliza-se um termômetro higrômetro com sensor interno e externo de precisão. Os dados são coletados 4 vezes por dia e 3 vezes por semana, deve ser realizadas movimentação do produtos dentro dos biodigestores para aumento de produção.

Para quantificar a produção de biogás, será necessário a instalação de um medidor individual (gasômetro) em cada biodigestor, também poderão ser utilizados medidores de vazão ultrassônico na saída dos biodigestores e no final após a passagem pelos filtros de limpeza, purificação e separação de outros gases. Para obter a quantidade de biofertilizante produzido, realizou-se a determinação de massa total antes e depois do processo de biodigestão. Foi analisado o processo de fermentação e geração de gás metano, os teores de carbono orgânico e nitrogênio total dos resíduos e a massa do biofertilizante. A produção de biogás tem início a partir do sétimo dia.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações pesquisadas foram extraídas de trabalhos experimentais com o uso de resíduos orgânicos para geração de energia através do biogás. Neste artigo, entende-se que através de pesquisas futuras e baseadas nas que foram apresentadas, almeja-se encontrar dados significados que apontam potenciais para produção em grandes escalas, inclusive industrial.

O estudo sobre a reutilização do lixo para produção de energia traz uma enorme contribuição para o município, pois acaba usando o lixo que ficaria disposto em lugares inapropriados, que poderiam causar doenças, poluição na atmosfera, poluição no solo, entre outras. A produção de energia elétrica pode ser utilizada para a própria cidade, seja em praças ou prédios públicos. Os resultados do experimento permitiram concluir que os resíduos alimentares são eficientes para produção de biogás.

## REFERÊNCIAS

**BIBLIODIGITAL.** Potencial de geração de energia elétrica procedente do biogás oriundo dos resíduos sólidos urbanos no município de São Luiz Gonzaga/RS. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/5838>>. Acessado em 22 jun 2022.

**BIOSSISTEC JUNIOR.** Biodigestor: Um retorno garantido!. Disponível em: <[https://biossistecjr.com.br/biodigestor/?gclid=EAlaIQobChMI0ejRn83QAIVT8mUCR2vwAFgEAYYAIAAEgL3d\\_D\\_BwE](https://biossistecjr.com.br/biodigestor/?gclid=EAlaIQobChMI0ejRn83QAIVT8mUCR2vwAFgEAYYAIAAEgL3d_D_BwE)>. Acesso em: 27 jun. 2022.

**ENERGIA E BIOGÁS.** O futuro do biogás para uma mobilidade sustentável. Disponível em: <<https://energiaebiogas.com.br/qual-sera-o-futuro-do-biogas-ep-1-jaime-finguerut>>. Acessado em 22 jun 2022.

**NÚCLEO DO CONHECIMENTO.** Implementação De Um Biodigestor Para São Francisco De Sales E Região Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/implementacao-de-um-biodigestor>>. Acessado em 21 abr. 2022.

**PORTAL DE PERIÓDICOS.** Gestão De Resíduos Sólidos Em Empreendimentos Comerciais Urbanos e Potencialidade De Uso Energético. Disponível em: <[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/8266](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8266)>. Acessado em 07 maio 2022.

**PORTAL DE REVISTAS CIENTÍFICAS UNICESUMAR.** Aproveitamento de subprodutos restaurantes de Londrina. Disponível em: <<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/974>>. Acessado em 10 maio 2022.

## Capítulo II – Manufatura e validação de um tribômetro linear recíproco

Janaina Fracaro de Souza Gonçalves<sup>7</sup>

Adriana Giseli Leite Carvalho<sup>8</sup>

### RESUMO

O principal objetivo da tribologia é analisar o comportamento dos fenômenos relacionados ao atrito e ao desgaste. Para essa avaliação, é necessário utilizar um equipamento chamado tribômetro. Nesse contexto, o presente trabalho visa fabricar um tribômetro do tipo esfera sobre plano, oferecem diversas vantagens para a indústria. Esse equipamento possibilita a realização de simulações realistas em diversas situações em que não é viável conduzir testes no local real. Dessa forma, é possível reduzir os custos relacionados à criação de protótipos em escala real, evitando danos a peças de alto valor e facilitando a fabricação com o objetivo final de produzir produtos melhores a um custo menor. Além disso, essa tecnologia contribui para o aprimoramento de diversos tipos de lubrificantes, resultando em produtos com alta performance no cotidiano de todos. O trabalho em questão utiliza conceitos de projeto para a manufatura do tribômetro do tipo esfera sobre plano. Para validar o equipamento, foram conduzidos ensaios de acordo com os requisitos da norma ASTM G133, a fim de avaliar o seu desempenho e comparar os resultados com os testes realizados utilizando a liga de alumínio 7075 como corpo de prova e o aço cromo AISI 52100 com dureza de 60 HRC para a esfera. Durante os ensaios, o equipamento demonstrou estabilidade, evidenciando a eficiência da utilização da plataforma Arduino nesse tipo de aplicação. Além disso, foram obtidos resultados satisfatórios para o coeficiente de atrito, com média de 0,53 para a liga de alumínio.

**Palavras-chave:** Fabricação. Desgaste. Lubrificante. Atrito. Simulação.

### MANUFACTURE AND VALIDATION OF A LINEAR RECIPROCATING TRIBOMETER ABSTRACT

The main objective of tribology is to analyze the behavior of phenomena related to friction and wear. For this evaluation, it is necessary to use equipment called a tribometer. In this context, this work aims to manufacture a ball-on-plane tribometer, which offers several advantages for industry. This equipment makes it possible to carry out realistic simulations in various situations where it is not feasible to conduct tests on site. In this way, it is possible to reduce the costs associated with creating full-scale prototypes, avoiding damage to high-value parts and facilitating manufacturing with the ultimate aim of producing better products at a lower cost. In addition, this technology contributes to the improvement of various types of lubricants, resulting in products with high performance in everyone's daily life. The work in question uses design concepts

<sup>7</sup> Docente da UTFPR - Campus Londrina, [janainaf@utfpr.edu.br](mailto:janainaf@utfpr.edu.br)

<sup>8</sup> Docente UniSENAIPR -Campus Londrina, [adriana.carvalho@sistemafiep.org.br](mailto:adriana.carvalho@sistemafiep.org.br)

to manufacture a ball-on-plane tribometer. To validate the equipment, tests were carried out in accordance with the requirements of ASTM G133 in order to assess its performance and compare the results with tests carried out using 7075 aluminum alloy as the test body and AISI 52100 chrome steel with a hardness of 60 HRC for the ball. During the tests, the equipment showed stability, demonstrating the efficiency of using the Arduino platform in this type of application. In addition, satisfactory results were obtained for the coefficient of friction,  $\mu$ .

**Key words:** Manufacturing. Wear. Lubricants. Friction. Simulation.

## 1 INTRODUÇÃO

Análises de danos ou falhas em diferentes setores requerem o uso de equipamentos de simulação em laboratórios, chamados de tribômetros. A obtenção das propriedades de atrito e desgaste dos materiais é um desafio para a indústria, pois os materiais se comportam de maneiras diferentes devido a suas propriedades mecânicas. Normas são seguidas na construção de tribômetros específicos para cada fenômeno tribológico, garantindo a validade dos experimentos.

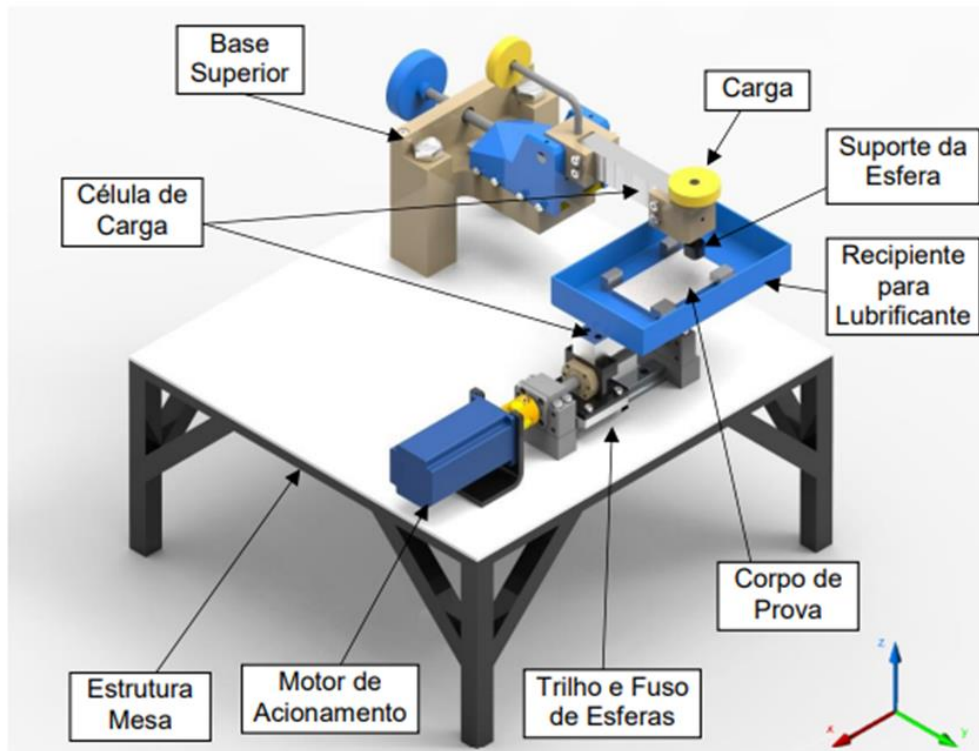
Uma bancada de avaliação de desgaste e atrito em movimentos lineares será útil para o laboratório de tribologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A norma ASTM G133 (2016) descreve um tribômetro de deslizamento recíproco, no qual um pino desliza sobre um corpo de prova fixo em uma estrutura, sendo monitorado por instrumentos que medem variáveis como velocidade, temperatura, força e ciclos.

## 2 METODOLOGIA E MATERIAIS

Para a manufatura do equipamento, foram utilizados diferentes projetos realizados para fabricação de um tribômetro linear recíproco. Emerim (2018) realizou um projeto utilizando conceito de análise de falha e simulação pelo método de elementos finitos. Para o atual projeto, foram realizadas algumas simplificações para a manufatura das peças e também para obter uma montagem mais simples e facilitar a utilização do equipamento. Contudo, respeitando toda a dinâmica e resistência dos componentes.

A Figura 1 mostra o projeto CAD realizado por Emerim (2018) o qual foi utilizado como base desse projeto.

Figura 1. Projeto CAD tribômetro linear recíproco.



Fonte: (EMERIM, 2018).

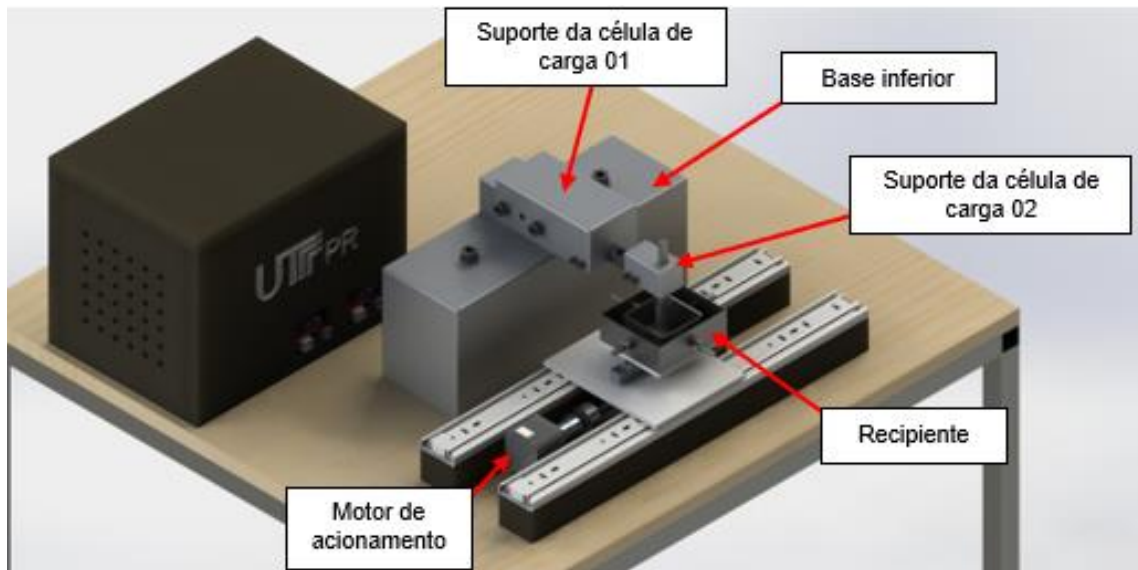
A peças utilizadas na composição estrutural do equipamento, foram fabricadas em alumínio 7075 utilizando fresadora semiautomática. As dimensões das peças estão listadas na Tabela 1 e indicadas na Figura 2 a seguir.

Tabela 1 - Relação de peças estruturais.

<b>Componente</b>	<b>Dimensão (mm)</b>
Base inferior	310 X 165 X 100
Motor de acionamento	48 X 43 X 61,5
Recipiente	90 X 80 X 30
Suporte da célula de carga 01	125 X 165 X 50
Suporte da célula de carga 02	30 X 30 X 50

Fonte: Autoria própria.

Figura 2. Montagem 3D do tribômetro.



Fonte: Autoria própria.

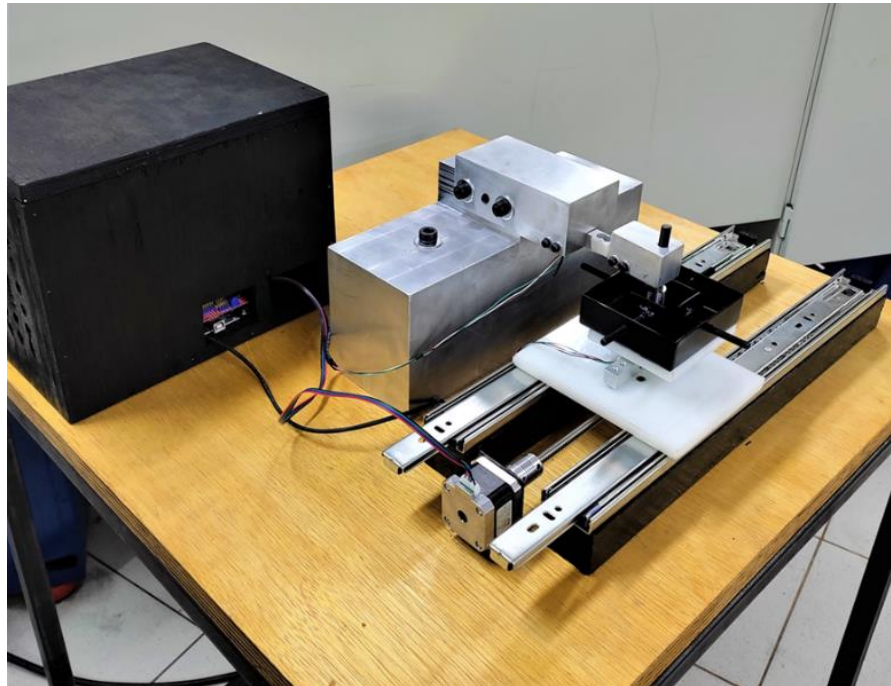
A construção da parte eletrônica do tribômetro é composta por duas placas de prototipagem rápida, devido à facilidade na programação e utilização. Uma das placas é utilizada para o funcionamento do motor de passo e coleta dos dados da força normal ao corpo de prova, utilizando a célula de carga na base inferior. A outra placa é responsável pela coleta da força de atrito nominal, medida durante o deslizamento do pino sobre o corpo de prova.

Junto com uma das placas, são necessários para o funcionamento do tribômetro um anteparo, comumente utilizado em usinagem CNC, juntamente com um driver de controle. Segundo Di Renna et. al. (2021), o Arduino é baseado em um microcontrolador programável, o que permite a fácil criação de diversos aplicativos diferentes. Além disso, o próprio dispositivo pode ser reutilizado através de nova programação. A sua programação é simplificada pela presença de diversas funções do dispositivo de controle, e a sintaxe é semelhante às linguagens de programação comumente usadas (C e C++).

Esses componentes permitem um melhor controle do motor de passo, tornando possível atender aos parâmetros da norma ASTM G133. Todo esse conjunto eletrônico é alimentado por uma fonte de 250W de potência. Após realizar as adaptações nas montagens dos componentes estruturais e eletrônicos com base no

projeto de Emerim (2018), o equipamento estará pronto para utilização. A Figura 3 mostra o tribômetro em sua montagem final após a fabricação.

Figura 3. Montagem final do tribômetro.



Fonte: Autoria própria.

Para o procedimento experimental se faz a utilização da programação retirada da biblioteca do autor Kallhovd (2017). Em seguida, deve-se preparar o corpo de prova a ser testado, de acordo com as especificações da norma ASTM G133.

#### **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos com o tribômetro linear recíproco ao longo dos ensaios realizados por meio do atrito entre alumínio 7075 e aço cromo 52100. Os dados coletados dos esforços, conforme procedimento experimental são comparados com a literatura para a validação do equipamento ao ser utilizado para avaliar o coeficiente de atrito utilizando o método de experimento sem utilização de qualquer lubrificante, de acordo com a norma ASTM G133. Sendo assim, com todos os parâmetros do tribômetro devidamente

configurados, o coeficiente de atrito cinético pode ser calculado a partir da Equação 1.

$$\mu_k = F/P \quad (1)$$

Onde:

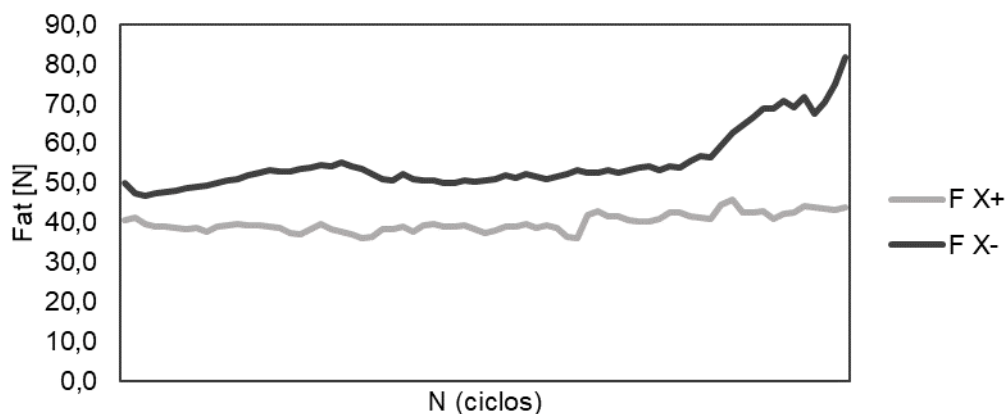
$\mu_k$  = coeficiente de atrito cinético;

$F$  = força de atrito nominal, medida durante o deslizamento;

$P$  = carga aplicada (força normal).

Para os ensaios realizados sem lubrificação, a norma ASTM G133 exige que a carga normal seja de 25 N, a qual foi adotada para os ensaios de validação do presente trabalho. Os resultados obtidos da célula de carga nominal, apresentam uma variação para ida e volta do movimento linear, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Variação da força de atrito: teste 1.



Fonte: Autoria própria.

Essa variação foi observada em todos os cinco ensaios realizados e, para fins de cálculo, foi adotada a média das amplitudes obtidas. Sendo assim, a força de atrito nominal é calculada utilizando o valor médio e a aceleração padronizada do motor de passo. Após a realização dos ensaios, é possível comparar os resultados obtidos a partir da Tabela 2. Ao avaliar os ensaios por meio de uma análise estatística, os resultados apresentam uma variabilidade de 7% segundo seu coeficiente de variação determinado pela relação entre a média de 0,533 e, o desvio padrão dos coeficientes de atritos obtidos nos ensaios.

Tabela 2 - Resultados do coeficiente de atrito para a liga de Alumínio 7075 em contato com Aço Cromo 52100.

Número do ensaio	Coeficiente de atrito $\mu$	Desvio da Média $\mu$
1	0,592	0,0190
2	0,529	-0,0446
3	0,487	-0,0858
4	0,543	-0,0305
5	0,512	-0,0615

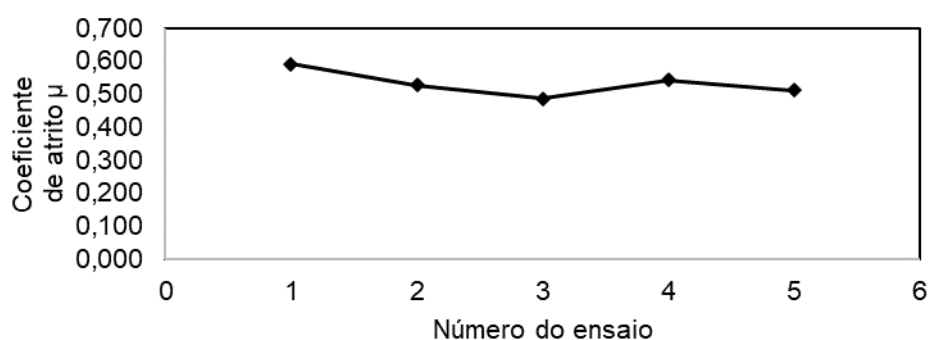
Fonte: Autoria própria.

Para observar o comportamento dos resultados em relação a uma distribuição normal, utilizando uma confiabilidade de 95%, obtém-se o resultado de limite de confiança de 0,045. Com isso, é possível prever alguma anormalidade em futuros ensaios, caso fujam dos limites estabelecidos.

A Figura 5 apresenta o comportamento dos resultados dos ensaios, onde fica visível uma tendência linear, levando à conclusão de que o equipamento traz uma estabilidade para mais de um ensaio utilizando parâmetros iguais.

Como pode ser observado, o coeficiente de atrito manteve-se próximo ao valor de 0,5. Faires (1976) apresentou em seu livro uma tabela comparativa dos coeficientes de atrito para alguns materiais quando estão em contato. Para o contato sem lubrificação entre alumínio e aço médio, o coeficiente de atrito cinético ( $\mu_k$ ) é aproximadamente 0,45.

Figura 5. Coeficiente de atrito  $\mu$ .



Fonte: Autoria própria.

As principais causas para essa diferença constada são fatores como, os parâmetros utilizados para os ensaios, tratamento prévio dos corpos de prova, além dos materiais utilizados, os quais podem interferir na qualidade da coleta dos dados.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No presente trabalho foi realizada a fabricação de um tribômetro linear recíproco do tipo esfera sobre plano.

Além da construção do equipamento, foram realizados ensaios para a validação dos resultados obtidos com o tribômetro. A análise realizada em cima dos esforços coletados, os quais, representam a direção do atrito e direção da carga normal a superfície do corpo de prova. Sendo assim, foi possível determinar o coeficiente de atrito para a liga de alumínio 7075 em contato com a esfera de aço cromo 52100 e, comparar os resultados com os obtidos por Faires (1976).

Durante a realização dos ensaios, uma das dificuldades encontradas, foi o posicionamento da carga normal, devido a quantidade de peso necessária para a sua realização.

O equipamento se comportou com muita estabilidade durante os ensaios, comprovando que os parâmetros utilizados, tanto na parte eletrônica, quanto na parte estrutural, foram suficientes para este tipo de estudo.

O tribômetro poderá ser utilizado em outros ensaios para avaliar propriedades de diferentes tipos de materiais, reduzindo os custos com fabricação de protótipos para a avaliação do material a ser aplicado, auxiliando na escolha do melhor lubrificante para redução de atrito, e assim, facilitará tomadas de decisões com base nos resultados que o tribômetro fornece.

## REFERÊNCIAS

ASTM G133-05(2016). **Standard Test Method for Linearly Reciprocating Ball-on-Flat Sliding Wear**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

DI RENNA, R. B.; BRASIL, R. D. R.; CUNHA, T. E. B.; BEPPU, M. M.; FONSECA, E. G. P. **Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino**. Orientador: Alexandre Santos de la Vega. 2021. 80 p. Programa de Educação Tutorial – PET (Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2021. Disponível em:

<[http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut\\_Arduino.pdf](http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut_Arduino.pdf)>  
Acesso em: 10 mai. 2022.

EMERIM, M. S. **Projeto de um Tribômetro Linear Recíproco utilizando conceito de análise de falha e simulação pelo método de elementos finitos**. Orientador: Elvys Isaías Mercado Curi. 2018. 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Faculdade SATC, Criciúma, SC, 2018.

FAIRES, V. M. **Elementos Orgânicos de Máquinas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos, 1976.

KALLHOVD, O. **Library for the HX711 24-bit ADC for weight scales**. Versão 1.2.12. Bergen, Noruega. 17 sept. 2017. Disponível em:  
<<https://www.arduino-libraries.info/authors/olkal>> Acesso em: 17 jan. 2022.

## Capítulo III – Importância do PCM da Gestão da Manutenção e de ativos: uma Revisão Bibliográfica

Anderson Brito Afonso de Almeida <sup>9</sup>

Daniel de Abreu Junior <sup>10</sup>

Hélio Ricardo Veronesse <sup>11</sup>

João Pedro Ferreira Costa <sup>12</sup>

Paula Aparecida Imme <sup>13</sup>

Willian Vinícius de Oliveira <sup>14</sup>

Antônio Carlos Rodrigues <sup>15</sup>

Adriana Giseli Leite Carvalho <sup>16</sup>

Janaina Fracaro de Souza Gonçalves <sup>17</sup>

Daniel Almeida Colombo <sup>18</sup>

Wagner De Paula Rodrigues <sup>19</sup>

### RESUMO

O surgimento das máquinas e o advento da industrialização ocasionaram o processo de manutenção, que é um fator importante que tem impacto significativo no custo e no lucro de qualquer empresa. Investir em programas de manutenção é uma estratégia importante que pode levar a melhorias e, muitas vezes, garantir a qualidade do produto, o que é fundamental em um mercado altamente competitivo que se esforça para atender às demandas de clientes cada vez mais exigentes a todo custo. Nesse contexto, o planejamento e controle da manutenção (PCM) desempenha um papel importante dentro da organização. O objetivo desta pesquisa é enfatizar a importância do PCM e da gestão da manutenção e ativos, e como as empresas que investem neste processo podem melhorar as falhas e contribuir para o desenvolvimento da empresa.

**Palavras-chave:** Manutenção; Planejamento; Organização; Controle, PCM.

### THE IMPORTANCE OF PCM, MAINTENANCE AND ASSET MANAGEMENT: A LITERATURE REVIEW ABSTRACT

<sup>9</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>10</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>11</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>12</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>13</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>14</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>15</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [antonio.rodriques1@sistemafiep.org.br](mailto:antonio.rodriques1@sistemafiep.org.br)

<sup>16</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [adriana.carvalho@sistemafiep.org.br](mailto:adriana.carvalho@sistemafiep.org.br)

<sup>17</sup> Docente da UTFPR - Campus Londrina, [janainaf@utfpr.edu.br](mailto:janainaf@utfpr.edu.br)

<sup>18</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [daniel.colombo@sistemafiep.org.br](mailto:daniel.colombo@sistemafiep.org.br)

<sup>19</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [wagner.deprodrigues@sistemafiep.org.br](mailto:wagner.deprodrigues@sistemafiep.org.br)

The emergence of machinery and the advent of industrialization led to the maintenance process, which is an important factor that has a significant impact on the cost and profit of any company. Investing in maintenance programs is an important strategy that can lead to improvements and often guarantee product quality, which is fundamental in a highly competitive market that strives to meet the demands of increasingly demanding customers at all costs. In this context, maintenance planning and control (MCP) plays an important role within the organization. The aim of this research is to emphasize the importance of MCP and maintenance and asset management, and how companies that invest in this process can improve failures and contribute to the company's development.

**Key words:** Maintenance; Planning; Organization; Control, PCM.

## 1 INTRODUÇÃO

As crescentes mudanças que vem surgindo atualmente nas indústrias é notada facilmente. A ampliação de recursos, novas formas de realizar procedimentos e atividades se expandiram, de modo em que se torna cada dia mais concorrido o mercado de trabalho, onde os colaboradores que apresentarem novas formas e modos de otimizar os processos levará vantagem sobre os demais. Diante disso, a visão principal das empresas, é a redução de custos na produção, onde são estudados novos métodos para aumentar produtividade e diminuir despesas.

Buscando evidenciar e comprovar a baixa eficiência nos serviços, foi realizado um estudo em 2013, por um Instituto Tecnológico dos Estados Unidos, onde afirma Viasoft (2018), que cerca de 20% dos materiais produzidos não são aprovados em inspeções e geram retrabalho do processo, por conta disso, é cada dia mais visada a melhoria contínua das atividades em todos os sentidos (preço, qualidade e agilidade na produção e entrega do produto). Sabe-se que recentemente esta melhoria vem acontecendo em várias indústrias, mas segue sendo o objetivo de todas as empresas existentes.

Muito se acredita que a melhoria vem apenas em correções de fatores de potência, mas vem sendo apresentado um novo método de redução, que consiste na manutenção preventiva e preditiva de máquinas e equipamentos. Baseando-se em estudos que serão apresentados neste trabalho, é comprovado que as manutenções, quando são feitas periodicamente e com rotinas de acompanhamento, geram um lucro maior para o empregador. Por conta deste, não aumenta apenas o lucro, mas também a confiabilidade, eficiência, produtividade e agilidade na produção, gerando mais e

perdendo menos. Em geral, este artigo possui a finalidade de mostrar como a manutenção é importante e essencial para as corporações, indica os motivos do porquê devem ser tão valorizadas e as formas de otimizar as atividades de cada colaborador. Possui também o objetivo de alertar e auxiliar não só as empresas, mas também cada funcionário, de que mudanças precisam ser feitas e, os próprios podem apresentá-los às suas chefias, sendo visto posteriormente com bons olhos, por possuir o propósito de querer ajudar a instituição em que trabalha.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

As empresas em todos os seus processos os recursos necessários para maximizar a produtividade e reduzir os custos, emerge a manutenção industrial como um processo com potencial de interferir positivamente na competitividade das empresas. A qualidade de suas atividades, a sua adequação ao tipo de processo produtivo e os elementos que influenciam sua excelência, visando sustentar a necessidade de se elaborar um planejamento de manutenção que atenda ao processo crítico da manufatura, (Fabro, 2003).

As exigências dos clientes, como a qualidade total, hoje são requisitos básicos e a organização que não a contemplar, estará fora do mercado. Portanto, outros são os diferenciais que determinam a vantagem competitiva, pode-se destacar a flexibilidade, o prazo de entrega, a redução de custos e a produção de produtos ambientalmente corretos como exigências que desafiam as organizações e traduzem a nova realidade, manutenção encontra-se como um dos importantes pilares para garantir a competitividade das empresas (Fabro,2003).

Neste contexto, a confiabilidade de um processo produtivo de bens tangíveis, tem por objetivo principal o atendimento aos prazos de entrega. Assim, interrupções no processo afetam diretamente a confiabilidade, colocando em risco o cumprimento das promessas de entrega. Diversas podem ser as causas destas interrupções, como por exemplo: problemas de qualidade, acidentes de trabalho e falhas humanas. Dentre elas estão causas relativas à manutenção, podendo-se citar como exemplos: falhas por fadiga, falhas por fim da vida útil e falhas por manutenção mal-feita. Esta última será aqui tratada por ter relação com a execução da manutenção, e pelo

envolvimento direto da equipe de manutenção. Deve ser considerado aqui o conceito de “confiabilidade humana” (human reliability), explicado por Xenos (1998, p.73).

## 2.1 Elementos influenciadores da excelência na manutenção

No âmbito da qualidade e melhoria dos processos, a área de manutenção tem como objetivo manter os processos produtivos disponíveis à produção. Diversos são os fatores que podem influenciar na disponibilidade do processo, o gerenciamento de determinados fatores direciona a manutenção de equipamentos a melhorar sua atuação e buscar continuamente a excelência. Esta excelência almejada, trata-se de um conjunto de elementos que levam em conta o que todo sistema de manutenção deve possuir para ser considerado de classe mundial (Fabro,2003, p22), conforme apresentado no quadro 1.

**Quadro 01:** Elementos Sistema de Manutenção

<b>Elemento</b>	<b>Características</b>
Documentação técnica	Elaborada inicialmente com base nas recomendações dos fabricantes dos equipamentos (manuais de manutenção e operação), em muitos casos, precisa-se fazer um exame completo da máquina em busca de informações necessárias às práticas de manutenção. O acúmulo de conhecimento das equipes de manutenção, também deve servir para agregar conhecimento à documentação. Após toda modificação (ou automação) realizada no equipamento deve ser feita uma atualização da documentação. A documentação técnica é essencial para a elaboração de um bom plano de manutenção e no caso de manutenções corretivas, onde se precisa de informações rápidas e precisas (Fabro,2003, p27).
Engenharia de manutenção	Traduz-se como uma evolução da manutenção industrial, significa perseguir “benchmarks”, “aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção de Primeiro Mundo”.
Planejamento de manutenção	Talvez o mais importante influenciador da excelência de um processo de manutenção, utiliza-se ferramentas de gerenciamento que tornam possível a orientação do planejamento. A qualidade na elaboração do plano é que irá conduzir ao sucesso na execução, somada a outros fatores que servem de apoio ao planejamento. Este documento deve ser constantemente reavaliado, de forma a buscar o refinamento das tarefas e das frequências de manutenção. Precisa ser considerado os planos de lubrificação,

	manutenção preventiva e preditiva e métodos que auxiliem no planejamento e busquem reduzir falhas.
--	--

**Fonte:** Adaptado Fabro (2003) e Pinto e Xavier (1999)

## 2.2 Processo crítico e equipamentos críticos

Ter uma visão geral do macroprocesso de manufatura, do estabelecimento de uma sistemática de manutenção com saída de um planejamento de manutenção e a determinação de critérios de seleção do processo crítico, possibilita ter condições de determinar e obter informações do processo crítico pertencente à manufatura. Utilizar critérios de gravidade, permitirá identificar as causas de indisponibilidade operacional e quais tem relação com a manutenção destes equipamentos. No quadro 02 é apresentado o valor atribuído ao peso para as categorias de gravidade.

**Quadro 02:** Gravidade e Critérios

Gravidade do Critério	Peso
Muito pequena	1
Pequena	2
Média	3
Grande	4
Muito grande	5

**Fonte:** Fabro (2003).

Conhecendo esses critérios e o grau de importância, é possível desenvolver uma matriz de decisão pela equipe de manutenção. No quadro 03 é apresentado um modelo da matriz de tomada de decisão.

**Quadro 03:** Matriz de Decisão

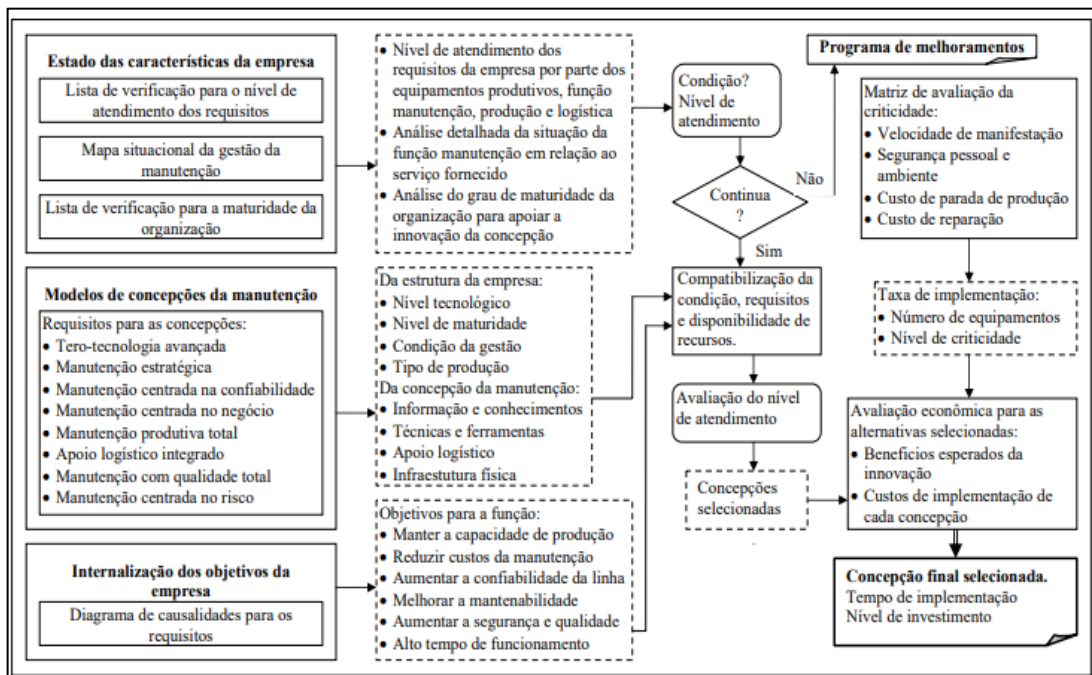
		Critérios				$\Sigma$ (A.B)	%
		C1	C2	C3	C4		
Grau de importância do critério(A)→							
Processos	P1 (B)						
	P2 (B)						
	P3 (B)						
	P4 (B)						
	Total						

**Fonte:** Fabro (2003).

Identificar os equipamentos críticos, intrínsecos ao processo crítico selecionado na fase anterior, com a finalidade de verificar se o planejamento de manutenção a ele

aplicado, está ou não satisfazendo as necessidades de disponibilidade do processo crítico, (Fabro,2003, p66). Para cada conjunto de variáveis de decisão que compõem a metodologia se obtém gráficos e relatórios sobre o estado atual, mais sugestões que são resultados de uma análise dos valores do processamento dos dados obtidos ao aplicar as listas de verificação. A Figura 1 apresenta um modelo.

**Figura 1 – Processo de Aplicação da Metodologia.**



Fonte: Felix (2006)

Este processo se considera similar a uma análise de forças e fraquezas da organização, como também de oportunidades para melhorar o desempenho da função (SWOT). Esta informação ajuda o responsável pela manutenção a propor estratégias para o melhoramento, onde as necessidades, suas características e a meta a alcançar estão identificadas.

### 2.3 Hierarquização dos investimentos no parque de equipamentos

Para solucionar o problema de obsolescência ou inadequação de alguns equipamentos da linha de produção, geralmente a solução mais imediata é adquirir a máquina ou tecnologia e instalá-la. Mas o problema não é tão simples, terá que assegurar de que a organização, principalmente as áreas de produção e manutenção

de que esta tecnologia poderá ser absorvida, sem prejudicar a linha de produção (CHEN e SMALL, 1996). Na figura 03 é apresentado um exemplo de hierarquização baseado em critérios de criticidade e investimento.

**Figura 3 –** Matriz de hierarquização para definir prioridades de investimentos baseado nos critérios de criticidade e investimento.

	laminadora v115	peletera A33	horno horizontal	máquina 4	máquina 5	máquina 6	máquina 7	máquina 8	máquina 9	máquina 10	máquina 11	máquina 12	máquina 13
<b>Processos na linha de produção</b>													
Processo A	5									3			
Processo B	3								3				
Processo C	5										3		
Processo D												3	
Processo E		5		3			3						3
Processo F								3					
Processo O				5			3				3		
Processo H					5	5							3
Processo I			1		3	5		3					
Processo J						5			3				
Valor do investimento (US\$)	1000	42000	56000	120000	38000	1300	4500	12500	6800	4900	10000	13000	8000
Média do atendimento por equipamento	3,05	2,95	3,00	3,05	2,91	3,05	3,18	3,50	3,18	3,23	3,14	3,14	2,88
Criticidade dos equipamentos da linha	95	57,5	90	82,5	70	57,5	57,5	47,5	47,5	57,5	85	77,5	67,5
Valor do impacto na linha de produção	13	5	1	8	8	15	8	9	9	6	3	6	6
Grau de adequação à tecnologia	5	5	3								3		
Média do atendimento / Impacto (M/I)	0,23	0,59	3,00	0,38	0,38	0,20	0,53	0,39	0,35	0,54	1,05	0,52	0,48
Ordem para (M/I)	2	11	13	5	4	1	9	6	3	10	12	8	7
Criticidade / valor investimento (C/V)	0,0950000	0,0013690	0,0016071	0,0006625	0,0018421	0,0479187	0,0127778	0,0030000	0,0069653	0,0143750	0,0066000	0,0056685	0,0084375
Ordem para (C/V)	1	12	11	13	10	2	4	9	6	3	7	8	5
Ordem para o conjunto	1	12	13	10	7	1	5	8	3	5	11	9	4

**Impacto na linha de produção.**  
Escala de valoração:  
5: positivo muito alto  
3: positivo média  
1: positivo baixo  
0: sem importância  
-1: negativo baixo  
-3: negativo médio  
-5: negativo muito alto

**Grau de adequação à tecnologia.**  
Escala de valoração:  
5: muita alta adequação  
3: adequação média  
1: adequação muito baixa

Fonte: Felix (2006)

Neste contexto, a figura 04 apresenta um exemplo uma matriz de prioridades baseada na maturidade da organização.

**Figura 4 -** Matriz de prioridades para ações relacionadas com a maturidade da organização baseada no número de impactos na organização.

Ações a implementar Aspectos da maturidade considerados										Nível atual da maturidade	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mostrar resultados produto da aplicação do projeto de inovação da manutenção	1					1	1				2,3
Constituir equipes de projeto multidisciplinares para o melhoramento		1							1		2,8
Ter apoio constante de toda a organização na mudança	1							1			2,5
Possuir equipes multidisciplinares para estudo e implementação de projetos			1							1	2,3
Ter alta produtividade nas etapas iniciais do projeto de manutenção	1		1	1	1	1			1		2,8
Ter alto nível de apoio para a implementação das mudanças			1					1			2,3
Obter um reconhecimento positivos para as mudanças	1								1		2,5
Ter entre as pessoas uma cultura para as mudanças									1	1	2,4
Ter equipes com alta eficiência no trabalho			1	1					1		2,7
Constituir equipes homogêneas de trabalho				1						1	2,5
<b>Número de impactos</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Ordem das prioridades para a implementação</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Introduzir o valor 1 quando existe relação de impacto sobre a variável de maturidade

Fonte: Felix (2006)

Várias informações são necessárias para avaliar obsolescência ou inadequação de alguns equipamentos da linha de produção, como por exemplo ter

registros das informações principais e de quais ferramentas são utilizadas no processo. Na figura 05 um exemplo de uma análise detalhada da função da manutenção.

**Figura 5 – Análise detalhada da Função da Manutenção**

**3. Análise detalhada da situação atual da função manutenção em relação com o serviço fornecido na empresa**

**3.1 Processo de diagnóstico**

Funções administrativas Áreas de atuação da manutenção		Planejamento	Organização	Análise	Execução	Controle
Aspectos técnicos	Serviços da manutenção	1	2	3	4	2
	Qualidade dos serviços da manutenção	2	3	3	3	3
	Métodos de trabalho da manutenção	2	3	3	2	1
	Recursos da manutenção	2	2	3	2	4
	Materiais da manutenção	2	3	4	3	2
Controle das atividades da manutenção		2	3	4	2	4
Aspectos humanos	Relações internas da manutenção	2	3	4	3	1
	Relações externas da manutenção	2	2	3	3	2
	Organização da função manutenção	2	2	3	3	2
Aspectos econômicos	Estrutura da manutenção	2	3	3	4	3
	Economia da manutenção	2	3	3	4	4
	Economia da produção	1	4	3	2	1

**Escala de valoração para avaliar a função administrativa da manutenção em relação a suas áreas de atuação:**

4 : Definida ou especificada totalmente  
 3 : Definida ou especificada em alta porcentagem  
 2 : Definida ou especificada com deficiências  
 1 : Sem definição ou especificação

Introduzir o grau de atendimento dos requisitos nas células verdes.

Fonte: Felix (2006)

Na figura 06 é apresentado uma análise da criticidade de equipamentos e da função da manutenção.

**Figura 6 – Tela para introdução de dados para análise de criticidade**

**9. Análise da criticidade dos equipamentos e da função manutenção**

Introduzir a ponderação para cada critério do fator de criticidade do equipamento ( a soma deve ser igual a 100)

Fator de velocidade de manifestação da falha	25	
Fator de segurança do pessoal e meio ambiente	25	
Fator de custos do paro de produção	25	
Fator de custos de reparação	25	soma = 100

Introduzir o valor 1 nas células verde que melhor descrevam o nível de criticidade

	Fator de velocidade de manifestação da falha			Fator de segurança do pessoal e meio ambiente					Fator de custos da parada de produção		
	Período P-F			Descrição					Critério		
	Muito curto, não dá tempo para deter o equipamento	Curto, é possível deter o equipamento	Suficiente, é possível programar a intervenção	Sem consequências	Efeito temporal sobre pessoas, não afeta o meio ambiente	Efeito temporal sobre as pessoas e meio ambiente	Efeito irreversível sobre as pessoas	Efeito irreversível sobre as pessoas e meio ambiente	Não implica demora na entrega	Implica demora leve na entrega	Implica demora e perda de clientes
laminadora v115	1						1		1		
palidora A33		1									
torno horizontal	1						1				
máquina 4		1								1	
máquina 5			1			1				1	
máquina 6			1			1				1	
máquina 7		1								1	
máquina 8		1				1				1	
máquina 9		1				1				1	
máquina 10			1				1			1	
máquina 11		1					1			1	
máquina 12		1								1	
máquina 13		1					1		1		

Fonte: Felix (2006)

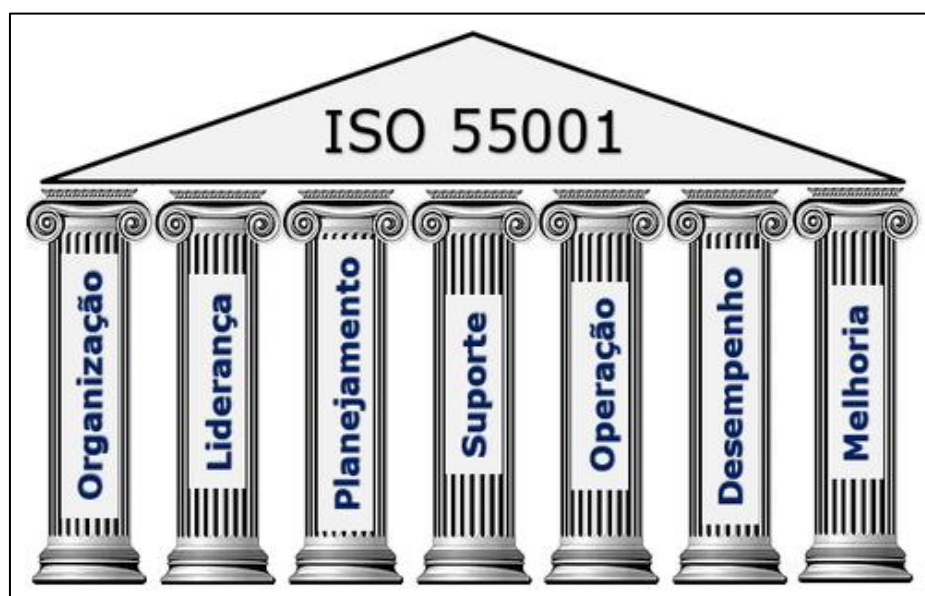
## 2.4 Ativos e gestão de ativos na manutenção

Um tema atual e de grande relevância em diversas áreas e para manutenção é a gestão de ativos. Para um melhor entendimento, um ativo é definido como um bem ou algo que possui valor para uma organização. De acordo com os objetivos da organização, o valor de um ativo pode ser financeiro ou não.

A distinção entre custo e valor é definido pela norma da ISO 55002 (2018), em que define que o valor de um ativo é constituído por benefícios derivados de sua utilização, posse ou de propriedade. Baseado em Mendes (2021), os ativos podem ser tangíveis nos quais referem-se a elementos físicos ou intangíveis, sendo este não físico. Existem vários indicadores que avalia o estado e saúde financeira de uma Empresa, alguns deles são os ativos de uma companhia, compreender e estudar os ativos de uma empresa faz parte da gestão. O resultado dessa análise pode dar indícios dos melhores recursos empregados, e quais querem melhor reavaliação.

No que se refere a Gestão de Ativos, no documento PAS 55-1 (2008), é definido como sendo um conjunto de atividades e práticas sistemáticas e coordenadas através das quais uma organização gere otimizadamente e sustentavelmente os seus ativos e sistemas de ativos e os seus desempenhos, riscos e custos ao longo do seu ciclo de vida, com o objetivo de concretizar o plano estratégico da organização”. Na norma da ISO 55002 (2018) são definidos os sete pilares da gestão de ativos conforme a figura 7.

**Figura 7 – Pilares da Gestão de Ativos**



Fonte: ISO 55002 (2018)

Para compreender a gestão de ativos no âmbito industrial, é necessário compreender como é a integração entre as áreas que integram a organização. A ideia da criação de uma área voltada para os ativos industriais é a partir do momento que entendemos que todos os setores estão integrados. Para que um negócio possa operar de maneira estratégica, enfrentando os desafios do mercado — como riscos e oportunidades — e otimizar seus respectivos custos.

Ou seja, aqui mapearemos todos os seus ativos e entendê-los como eles impactam diretamente no desempenho do negócio. A aquisição de um equipamento, por exemplo, deve ser significativa. Em outras palavras, a compra não deve gerar desequilíbrios no fluxo de caixa.

## **2.14 Gestão da manutenção**

A gestão da manutenção é o processo de supervisionar o funcionamento regular dos recursos técnicos. Além de recursos permanentes como máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas. Essa supervisão evita: Paradas na produção por causa de equipamentos quebrados. Desperdício de dinheiro em procedimentos de manutenção ineficientes.

Os softwares de gestão da manutenção podem ajudar nesse processo. Os principais objetivos do gerenciamento de manutenção são: programar o trabalho de forma eficiente, controlar os custos e garantir a qualidade dos produtos e serviços.

Empresas que não sabem o que é gestão da manutenção, por isso, não monitoram a qualidade dos seus equipamentos que sofrem com diversas falhas. As mais comuns são:

- Quebra dos prazos de produção;
- Aumento nos custos;
- Aumento dos riscos de acidentes;
- Insatisfação dos clientes;
- Queda nos lucros;
- Perda de contratos, dentre outros.

Por todos esses motivos, reforçamos a importância da gestão da manutenção. Essa prevenção garante que sua empresa esteja sempre funcionando e que sua equipe permaneça focada e produtiva. Uma vez que tem a segurança de que podem

contar com uma estrutura de trabalho bem montada. Mas, não basta ter um processo de prevenção, é preciso saber quais os tipos.

O termo Gestão, significa basicamente dar direção, conduzir, guiar para o atingimento de objetivos. Logo, Gestão da Manutenção pode ser entendido como o conjunto de métodos que são utilizadas pelo setor de manutenção para conseguir atingir as suas metas. Para gerir a manutenção com efetividade e alinhamento aos objetivos da organização, duas coisas são extremamente importantes. “Desdobramento de Metas” e “Planejamento e Controle”.

Mais do que somente consertar os equipamentos defeituosos, a gestão da manutenção industrial é uma área que abrange diversas atividades. Entre essas, podemos destacar:

- Monitoramento dos equipamentos;
- Diagnóstico de problemas efetivos e, sobretudo, dos problemas em potencial;
- Prevenção de mau funcionamento das máquinas;
- Conserto ágil de qualquer tipo de defeito que possa surgir, minimizando as perdas.

Atualmente, existem cursos específicos para formar profissionais especializados na gestão da manutenção industrial. Esses profissionais aprendem não só a lidar com os equipamentos em si, mas também adquirem uma conduta proativa, que vai abordar uma parte dos problemas antes mesmo que eles apareçam. Esse é o cenário ideal, uma vez que a prevenção evita as perdas e os prejuízos.

A gestão da manutenção engloba um rol de ajustes nos processos industriais de manutenção com ênfase na função estratégica do setor. A seguir, confira quais deverão ser os seus principais focos.

#### 2.14.1 Manutenção preditiva

O fato de que a manutenção é indissociável de todos os processos industriais é indiscutível. Por esse motivo, é primordial enfatizar a função estratégica dessa área potencializando as medidas de manutenção. Portanto, nunca deixe de fazer avaliações periódicas e check ups rotineiros na sua fábrica e maquinário. Tais avaliações exigem uma elevada precisão de análise das condições de funcionamento

dos equipamentos industriais. Em um cenário ideal, a manutenção preditiva jamais gera alterações na planta da indústria, apenas fornece diagnósticos que garantem uma melhor gestão do setor de manutenção.

#### 2.14.2 Manutenção corretiva

Outro ponto central da gestão de manutenção industrial é a chamada manutenção corretiva. Ela pode ser dividida entre duas categorias: a não previsível (ou não planejada) e a previsível (ou planejada).

Como a própria nomenclatura já indica, a manutenção corretiva não planejada é a que gera mais gastos, uma vez que ela não foi prevista em orçamento e geralmente é aplicada para consertos ou correções de máquinas defeituosas.

O ideal é que esse tipo de manutenção seja reduzido ao mínimo possível, com a utilização da manutenção preditiva. Entretanto, mesmo em administrações articuladas e bem planejadas é possível acontecer imprevistos. Desse modo, evitam-se paralisações na produção ou comprometimento orçamentário de outras frentes do negócio.

A manutenção corretiva planejada, por outro lado, compõe um plano previamente articulado de inspeção e monitoramento. Em alguns casos, ela pode até admitir a troca de peças ou utilização de máquinas até o esgotamento e perda total.

#### 2.14.3 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é focada no estabelecimento de períodos de intervalos — sempre muito bem definidos — de tempo para a monitoração, reparo e correção das máquinas da fábrica. O foco desse tipo de manutenção é a prevenção. Quando organizada adequadamente, a manutenção preventiva é uma excelente aliada para evitar a ocorrência da manutenção corretiva sem planejamento.

#### 2.14.4 O que é manutenção

De maneira mais simplificada, podemos dizer que uma organização tem diversas máquinas e equipamentos que são responsáveis por desempenhar funções,

e que naturalmente esses ativos quebram. A função da manutenção consiste em reparar esses ativos sempre que as quebras ocorrerem, além disso, agir de forma preventiva para evitar ao máximo que essas quebras ocorram.

Apesar de parecer uma descrição simples, a função em si é bastante complexa, o que elevou a manutenção nos últimos 100 anos de uma simples função realizada por poucos mecânicos, a um departamento todo dentro das organizações, responsável acima de tudo por garantir o aumento do lucro do negócio através da garantia da disponibilidade dos ativos.

Para atingir esse objetivo, a manutenção precisa controlar uma série de processos que visa estabelecer rotinas de serviços, analisar comportamento de ativos, manobrar e dispor equipes de técnicos e mantenedores, coletar e analisar dados e controlar recursos, tudo isso visando garantir a máxima eficiência ao menor custo possível. Tudo isso se torna possível utilizando metodologias que visam administrar essa infinidade de processos, a isso damos o nome de Gestão da Manutenção.

#### 2.14.5 Planejamento e controle da manutenção

PCM é a sigla correspondente a Planejamento e Controle da Manutenção que é responsável pelo gerenciamento de todos os serviços de manutenção de uma empresa. O que inclui os custos, o tempo entre falhas, as condições nas quais se encontram os equipamentos e qual tipo de manutenção deve ser aplicada.

O supervisor de manutenção precisa definir quais as melhores estratégias para a manutenção, alocando os recursos - mão de obra, tempo e dinheiro - de forma a aumentar a confiabilidade e ao controle dos processos. Através do PCM, é possível encontrar os gargalos da produção e aumentar o desempenho das máquinas.

#### 2.14.6 Tipos de manutenção industrial

Os diferentes tipos de manutenção industrial giram em torno dos mesmos objetivos. Na prática, são estratégias que, cada uma à sua maneira, buscam otimizar o desempenho da empresa como um todo. Nesse sentido, os objetivos podem ser separados em três, como detalhamos a seguir.

## 2.15 Evolução na manutenção industrial

Manter as finanças e o fluxo de caixa em dia, elaborar a logística para uma entrega e o controle dos fornecedores exigem boa gestão. Assim também é para a manutenção. Afinal, a falta de equipamentos em boas condições compromete o desempenho de todas as demais áreas da companhia.

Cada vez mais os gestores de empresas e indústrias têm adotado como prática a gestão da manutenção como forma de economizar tempo e recursos, diminuindo as chances de problemas relacionados a danos em equipamentos. Isso faz com que a empresa seja mais organizada e tenha controle sobre um processo indesejado.

Gestão da manutenção é, então, o processo de supervisionar o funcionamento regular e permanente de recursos técnicos, máquinas, equipamentos e ferramentas, evitando quebras e paradas na produção, desperdício de dinheiro em procedimentos ineficientes e garantindo a qualidade dos produtos.

Sabemos que a manutenção é um conjunto de atividades e ações que visam preservar e garantir o funcionamento normal de um ativo, equipamento ou ferramenta, dentro dos limites de eficiência para os quais foi projetado.

Para contextualizar, é interessante desvendar a evolução, tipologias e filosofias do gerenciamento de manutenção. A primeira geração de manutenção, foi a corretiva, cuja origem pode ser localizada no final do século XVIII e início do século XIX, durante a revolução industrial. Se iniciou o trabalho de reparo de máquinas começaram a ser implantados os conceitos de competitividade de custos, assim como as preocupações sobre falhas ou parada de equipamentos que resultaram em perdas na produção.

Nos anos 20 do século passado, os primeiros relatórios ou dados estatísticos sobre taxas de falha em motores, equipamentos e outros ativos começam a aparecer. A manutenção corretiva também pode ser definida como a manutenção realizada quando a falha já foi gerada, restaurando a condição admissível de uso. Esse tipo de manutenção é dividido em dois: a manutenção em campo ou paliativa - na qual a falha é resolvida / corrigida, sem eliminar a causa que a produz; e a manutenção curativa ou de reparo - onde além de solucionar a falha, é erradicada a causa.

Como desvantagens desse tipo de manutenção, podem ser destacados:

- Inatividade não planejada e danos imprevisíveis à produção que afetam o planejamento, a segurança e a confiabilidade do processo;

- Redução da vida útil do equipamento, risco de multas pela interrupção;
- Geralmente é produzido com baixa qualidade, dada a rapidez da intervenção, que visa retomar a produção, mas a falha de origem é mantida, pois é preferível substituir em vez de reparar ou resolver definitivamente a situação;
- O hábito de trabalhar com defeito é criado, pois, ao não solucionar a falha na raiz, outros são gerados, resultando em um círculo vicioso, que gera insatisfação;
- Custo do pessoal de reparo em espera e estoques, além de não ter as peças de reposição em tempo hábil para a continuidade do processo de produção;
- As companhias de seguros geralmente excluem riscos decorrentes do não desempenho da manutenção planejada, indicada pelos fabricantes.

Em resumo, a manutenção corretiva implica uma ação reativa, sendo crítica para a organização, pois não existem ações organizacionais coerentes, pois não existem planos ou programas mínimos, nem elementos de controle de suas atividades. Os serviços que podem ser programados / planejados são negligenciados e praticamente executados por meios de emergência.

Outra tipologia é a manutenção preventiva, que surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, quando a manutenção teve um desenvolvimento importante, devido a aplicações militares. Envolve o planejamento de tarefas e a garantia da permanência operacional do equipamento e das capacidades funcionais da organização, realizando inspeções, detecções e prevenção sistemática de falhas.

Seu foco é manter a vida útil do equipamento, evitando falhas precoces, minimizando impactos e custos. Nesta evolução, a manutenção preventiva consiste na inspeção dos aviões antes de cada voo e na troca de alguns componentes de acordo com o número de horas de operação, por exemplo.

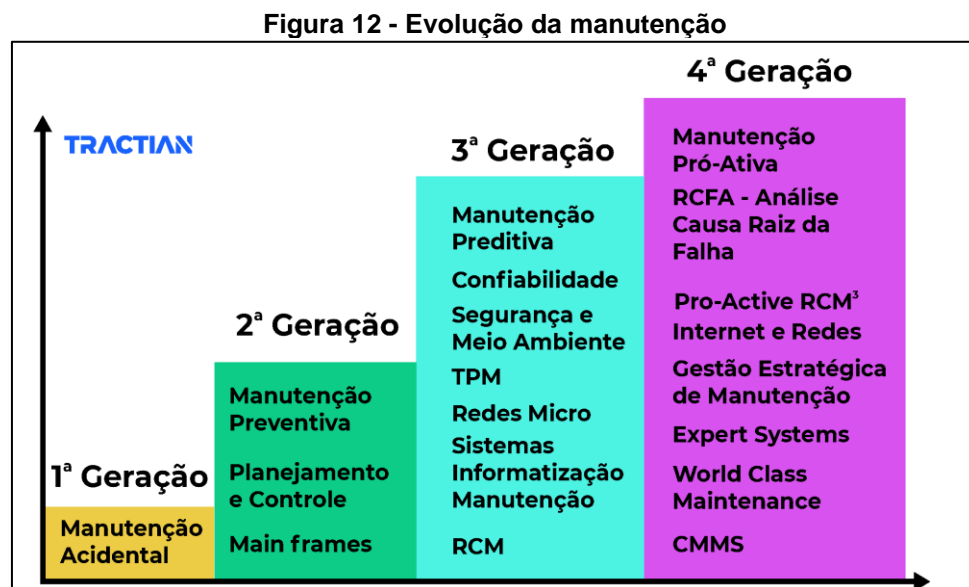
A manutenção preventiva surge da necessidade de minimizar a corretiva e todas as suas desvantagens e, conseqüentemente, reduzir o reparo através de uma rotina de inspeções periódicas e a renovação de itens danificados. Mas ainda assim, possui duas desvantagens:

- Representa um investimento considerável em infraestrutura e mão-de obra para a empresa, pois o desenvolvimento de planos de manutenção deve ser realizado por técnicos especializados;

- Se uma análise correta do nível de manutenção preventiva não for realizada, o custo de manutenção poderá ser sobrecarregado sem melhorias substanciais na disponibilidade do equipamento / instalações ou no custo dos produtos acabados, após o cumprimento do processo de fabricação, se for o caso.

## 2.16 Histórico de manutenção

Agora que entendemos por que a manutenção evoluiu tanto ao longo dos anos, é importante também saber como isso ocorreu. É possível dividir o processo histórico de evolução da manutenção em quatro gerações ou fases, começando no início do século XX.



Fonte: Revista manutenção (2021).

Dessa forma, para se saber como a manutenção evoluiu, tem-se de recuar no tempo até ao início do século XX, isto para se saber como era vista e era utilizada a manutenção. Afinal a evolução histórica da manutenção está dividida por quatro fases. Por fim, vejamos alguns dos momentos mais marcantes da evolução da manutenção.

### 2.16.1 A primeira evolução

Vai até ao ano de 1914, onde a manutenção tinha pouca importância, era considerada como secundária no processo produtivo, as indústrias da época não

tinham equipes especializadas em manutenção e as indústrias trabalhavam obtendo a máxima produção das máquinas até que estas avariassem ou parassem definitivamente.

Aliado a tudo isto, devido à conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada; apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva.

O objetivo básico era fazer manutenção corretiva dos equipamentos, ou seja, quando os equipamentos por algum motivo parassem de produzir, a manutenção era acionada para fazerem a devida reparação, voltando assim ao processo produtivo, o que para a época era o suficiente.

#### 2.16.2 A segunda evolução

A situação apresentada na primeira fase, era a época da “avaria-repara”, mantendo-se assim até aos anos 30, quando em função da Segunda Guerra Mundial, a necessidade de aumentar a produção e a sua rapidez, apontando assim para o abastecimento de uma procura crescente, as indústrias nos seus órgãos máximos, decidiram criar um departamento de manutenção, para que houvesse uma preocupação não só em corrigir as avarias, mas também em evitá-las. Portanto, nesta época começou-se a pensar como se poderia manter o setor daí em diante, ou seja, o que a manutenção devia fazer para que as máquinas pudessem produzir o maior número de peças.

#### 2.16.3 A terceira evolução

De 1940 a 1970, com o desenvolvimento da aviação comercial, houve uma expansão de critérios de manutenção preventiva, uma vez que não havia a possibilidade de executar a manutenção corretiva num avião com este em pleno voo. Esta fase é considerada a mais importante, já que possibilitou a manutenção ter mais qualidade. A manutenção passava a ser vista de outra forma, de uma função de reparar os equipamentos, para uma função mais qualificada (mais técnica), como é o caso de análise de falhas de equipamentos, antecipando se aos problemas ou falhas.

Nos finais dos anos sessenta, início dos anos setenta, contudo apareceram os primeiros computadores constituídos por enormes caixas do tamanho de uma casa e muito lentos, com poucas funções.

#### 2.16.4 A quarta evolução

De 1970 até aos dias de hoje, com o aumento da indústria e a expansão dos computadores, sendo mais rápidos com softwares potentes, sendo assim a manutenção passou a estar inserida nos processos mais sofisticados, tais como de controlo e análise, utilizado no dia a dia.

Assim a manutenção não é só utilizar as caixas de ferramentas para a reparação das máquinas avariadas, mas também, antecipar-se às falhas e determinar os melhores e mais económicos períodos para a execução da manutenção preventiva, que na maioria dos casos deixa de ser apenas baseada no tempo.

A 4ª Fase apareceu no início nos anos setenta com a tecnologia existente nessa altura. Com desenvolvimentos dos computadores melhorou-se e modificou-se a manutenção.

Sendo assim nos anos setenta apareceu a manutenção preventiva condicionada que consiste em executar a manutenção nos componentes só quando existe necessidade. É uma manutenção preventiva, subordinada a um tipo de acontecimento predeterminado (autodiagnostico), assim a informação é dada por um sensor assim que se verifique um desgaste ou outro indicador que possa revelar o estado de degradação do equipamento.

- A manutenção produtiva total, mais conhecido pelo TPM apareceu nos anos oitenta no Japão (o TPM está descrito mais à frente).
- A gestão produtiva total apareceu nos anos noventa, é uma ferramenta de gestão na eliminação das perdas industriais.

### 2.17 Indicadores de desempenho

Um indicador é um mecanismo que pode obter informações sobre eventos e sua principal característica é a capacidade de agregar vários dados e reter apenas o conteúdo básico dos aspectos observados (MITCHELL, 2004).

Segundo Fernandes (2004), os indicadores de desempenho representam a quantificação dos processos e podem ser definidos como números que descrevem a realidade da empresa, seja ela boa ou ruim. Esses dados são comparados com metas predefinidas e fornecem subsídios para ações estratégicas. Coral (2002) complementou essas afirmações, mostrando que um indicador complexo ou de difícil mensuração se torna inviável, pois seu custo pode impossibilitar sua implementação.

### 2.17.1 Performance de indicação de KPI

A abreviatura KPI significa a conexão das 3 primeiras letras da palavra Key Performance Indicator, que pode ser entendida como um indicador-chave de desempenho em português. Segundo Parmenter (2007), os KPIs podem ser combinados pela agregação de um ou mais indicadores, retratando um conjunto de métricas que enfocam os aspectos mais críticos para atingir um desempenho satisfatório e a realização dos objetivos organizacionais. Parmenter (2007) destacou que a combinação de bons indicadores e metas desafiadoras torna a empresa bem-sucedida. Diante disso, é necessário definir os KPIs de processo como um fator importante para o alcance dos objetivos estratégicos da empresa. Os principais indicadores são os seguintes:

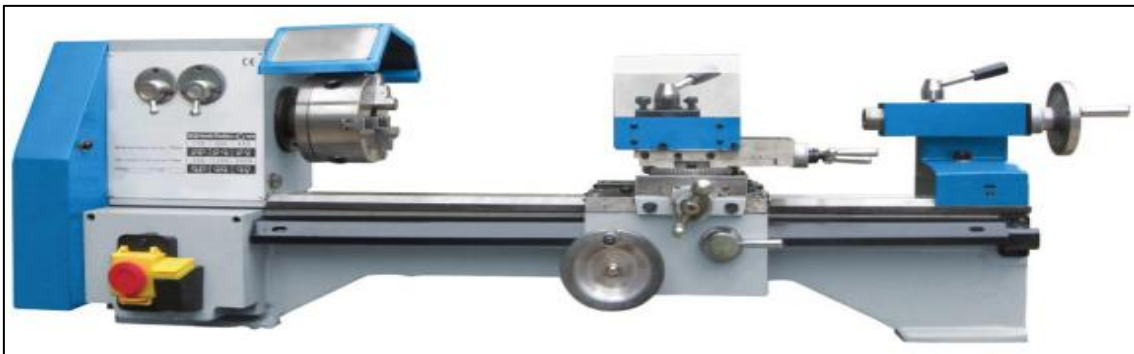
- **Indicadores de produtividade:** projetados para comparar os recursos entregues e usados. Geralmente estão relacionados à produtividade hora / funcionário, hora / máquina;
- **Indicadores de qualidade:** fazem parte dos indicadores de produtividade porque auxiliam na identificação de desvios ou não conformidades na produção. Geralmente expresso em termos do grau de dano ao produto ou lote;
- **Indicadores de capacidade:** mensuram a capacidade operacional de resposta de um processo;
- **Indicadores estratégicos:** são aqueles que ajudam na orientação de como a empresa se encontra de acordo com os objetivos que foram estabelecidos anteriormente. Eles indicam e fornecem um comparativo de como está o cenário atual da empresa com relação ao que deveria ser.

### 3. METODOLOGIA

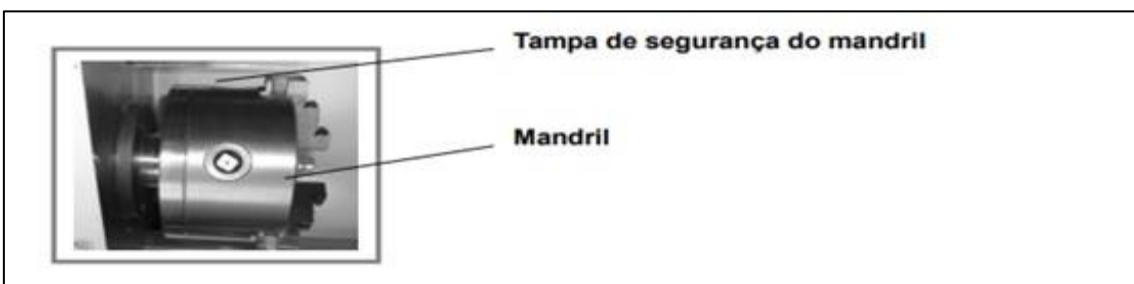
Os métodos utilizados neste trabalho baseiam-se em métodos qualitativos e descritivos, mais precisamente através de revisões de literatura ou revisões de literatura, conforme definição de Gil (2008, p. 50), “[...] a partir dos materiais elaborados, incluindo principalmente livros e artigos científicos ” São usados artigos e livros que enfocam o planejamento da manutenção, a organização e o histórico de gerenciamento. Os artigos e livros da pesquisa foram publicados nas últimas duas décadas (2000-2020), com exceção dos livros das décadas de 70 e 90. Para a coleta de dados, será realizada a leitura exploratória de todos os materiais de acordo com a temática do trabalho, e uma leitura seletiva mais aprofundada será realizada para a triagem das partes relacionadas ao trabalho.

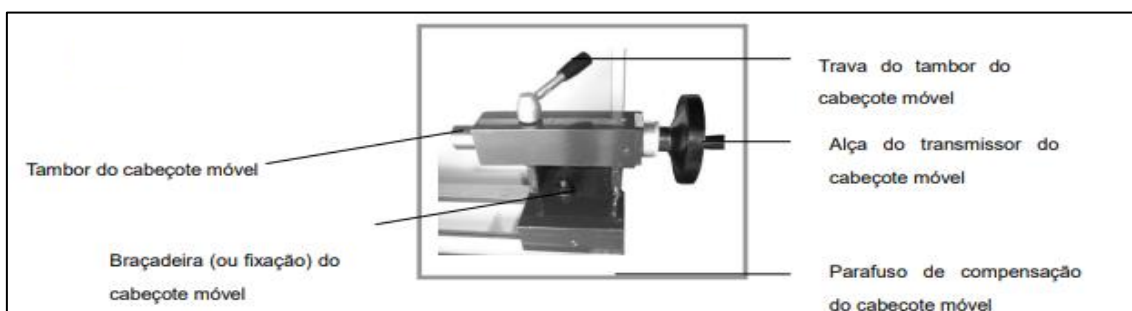
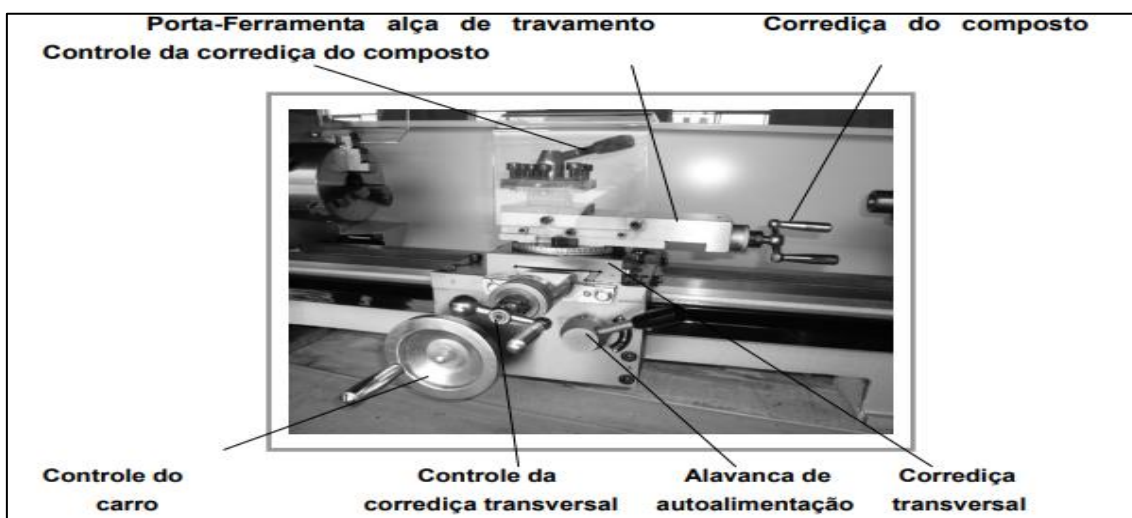
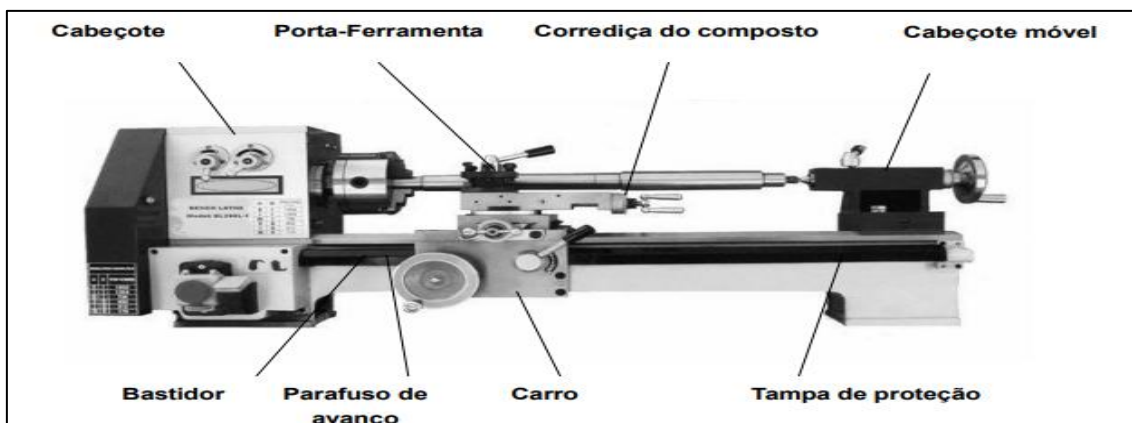
#### 3.1 Plano de manutenção

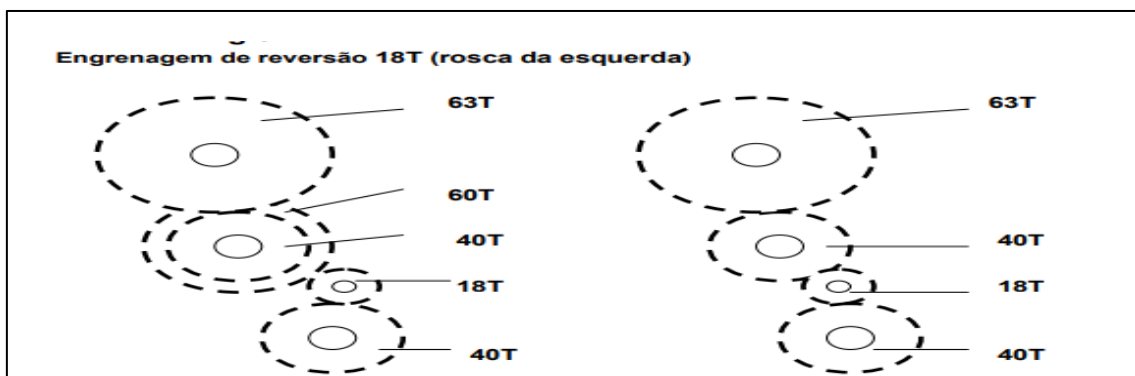
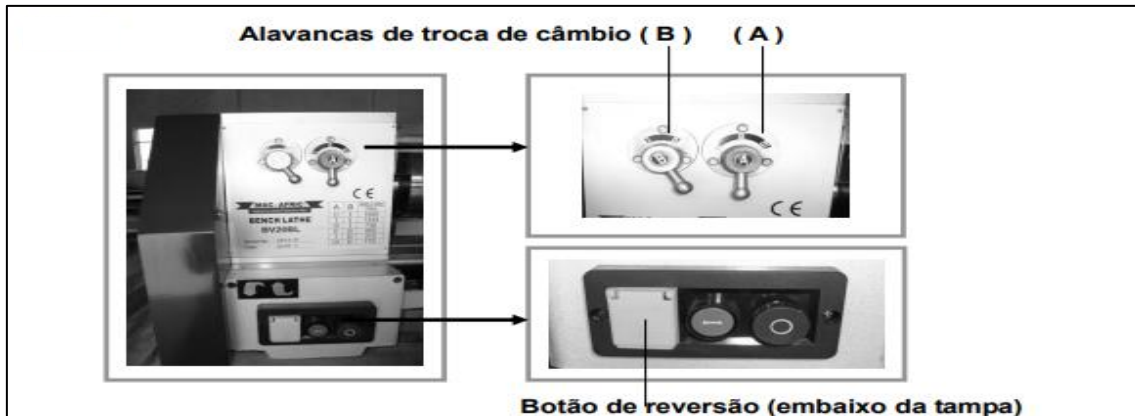
##### PLANO DE MANUTENÇÃO DO TORNO MECANICO MODELO TTM520



##### DESCRIÇÃO DE PEÇAS PRINCIPAIS



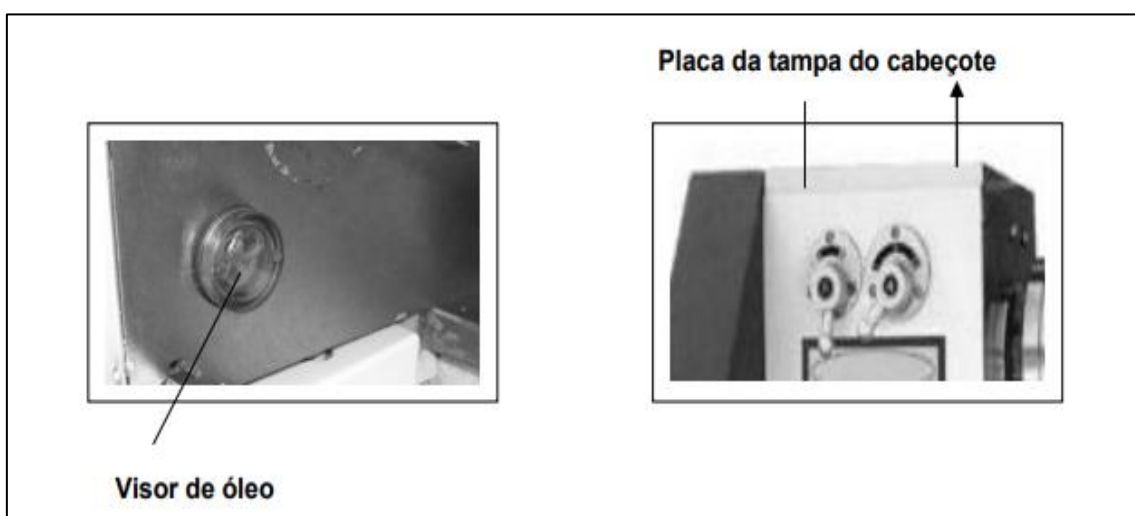


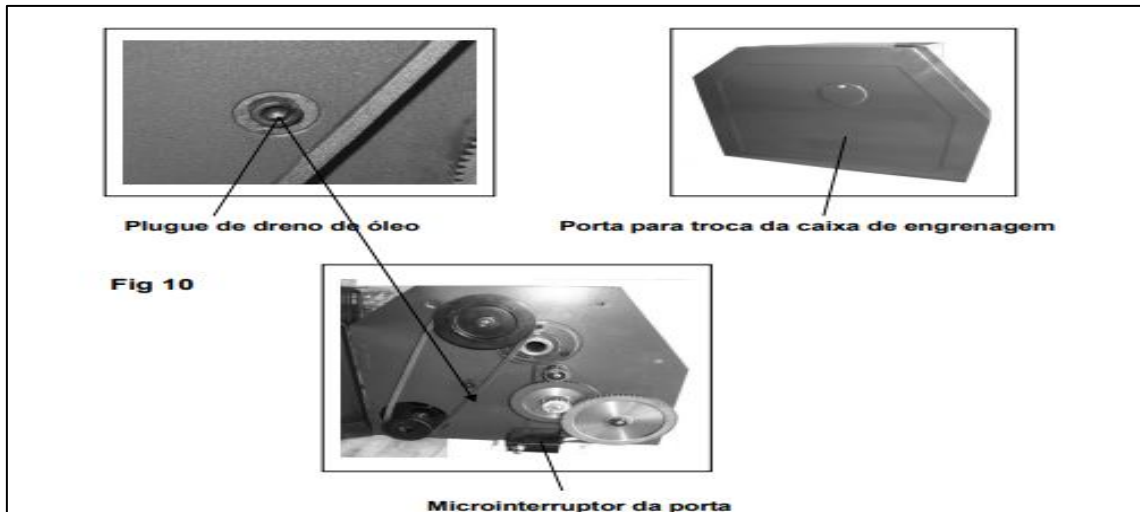


### COMISSIONAMENTO TROCA DE ÓLEO

1ª troca de óleo. Drene a caixa de engrenagem e renove o óleo após 35 h em operação

2ª troca de óleo. Drene a caixa de engrenagem e renove após 110 h em operação. Posteriormente, drene a caixa de engrenagem e renove o óleo após cada 350 h em operação.





### MANUTENÇÃO DIÁRIA E PERIÓDICA

1. Usando uma lata de óleo com bocal estreito, lubrifique todos os pontos de óleo na máquina. Polegada

- a) Carro (4),
- b) Cabeçote móvel (2),
- c) Corrediça transversal (1),
- d) Corrediça do composto (2),
- e) Parafuso de avanço caixa de engrenagem (2),
- f) Parafuso de avanço mancal de extremidade (1)

2. Mova as corrediças transversal e do composto para oferecer acesso a seu eixo de direção e revesta com óleo, trabalhe o óleo nas roscas para lubrificar os seguidores.

3. Espirre óleo nas corrediças e na bancada do torno, exercite o carro e as corrediças para espalhar o óleo em todas as superfícies, ocultas e visíveis.

4. Espirre embaixo da tampa do bastidor para lubrificá-lo. (G)

5. Aplique óleo na caixa de câmbio e nos eixos. (H)

### PRÉ-USO DIÁRIO

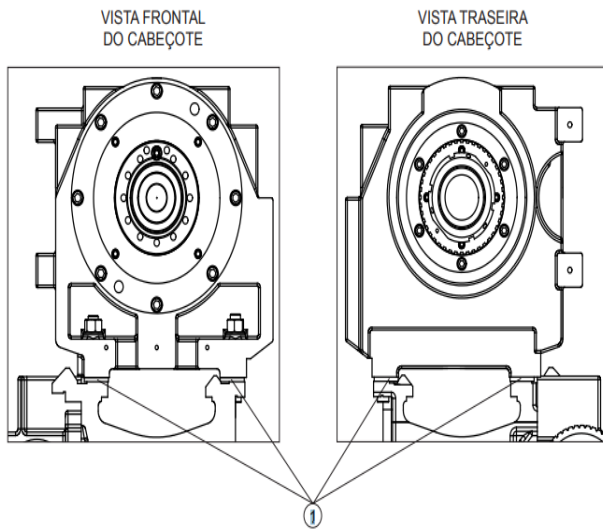
1. Limpe todas as limalhas e cavacos da bancada da máquina, das superfícies da corrediça e do Porta-Ferramenta.

2. Exercite a corrediça e certifique-se de que não há limalha etc., obstruindo os túneis do eixo de acionamento.

3. Se você utilizou espuma, certifique-se de que a máquina foi bem seca. Limpe a bandeja de espuma de todas as limalhas e os cavacos, especialmente em volta do dreno.
4. Cheque a ferramenta, certifique-se de que ela está utilizável da próxima vez, caso contrário, dê novo formato ou troque a ponta da ferramenta.
5. Espirre um pouco de óleo em todas as bancadas e superfícies da máquina, e no tambor do cabeçote móvel.
6. Limpe e espirre um pouco de óleo em quaisquer ferramentas que você possa ter utilizado
7. Desligue a fonte de alimentação. Desconecte o plugue.
8. Cubra a máquina com um pano contra poeira.
<b>SEMANAL</b>
a) Cheque a tensão da correia
b) Cheque o nível de óleo na caixa de engrenagem
c) Cheque a tensão das corredeiras
d) Cheque o nível do reservatório da espuma (se estiver utilizando espuma).
<b>Acessórios</b>  Recomendamos os seguintes produtos para uso com o BV20BL
Óleo da caixa de engrenagem – o óleo recomendado sugerido é 15 / 40w não sintético (como GTX White).
Graxa – rocol saphire 2 (código: ROC 52041)
Lubrificante – corredeira rocol spray lubrificante (código: ROC 52041)
Fluido de corte– fluido e corte rocol multisol (código: ROC 3521L)
Há vários acessórios listados para a máquina no catálogo na seção

<p>Máquina energizada</p> <p>Máquina desligada para atividades de manutenção</p> <p>Chave Geral</p> <p>Colocar o cadeado para travar a chave geral</p> <p>VISTA A</p>	<p><b>IMPORTANTE</b></p> <p>Todas as operações de manutenção devem ser realizadas com a máquina desligada, antes de executar qualquer trabalho de manutenção.</p> <p>Desligue a máquina pela chave geral e trave-a com um cadeado para evitar sérios acidentes ou danos materiais.</p>
<p><b>Nota :Importância do nivelamento</b></p> <p>Procedimento para substituição/ajuste da correia:</p>	<p>O nivelamento deve ser verificado a cada 6 meses, para manter a máquina em boas condições</p>
<p>Vista Frontal</p>	<p>Afrouxe os parafusos (1) e movimente o encoder para a esquerda através do oblongo;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Remova a correia velha;</li> <li>2) Coloque a correia nova;</li> <li>3) Ajuste a tensão da correia movimentando o encoder para a direita;</li> </ol> <p>Para finalizar, aperte os parafusos (1).</p>

### Procedimentos para o alinhamento do cabeçote



### PLANO VERTICAL 1

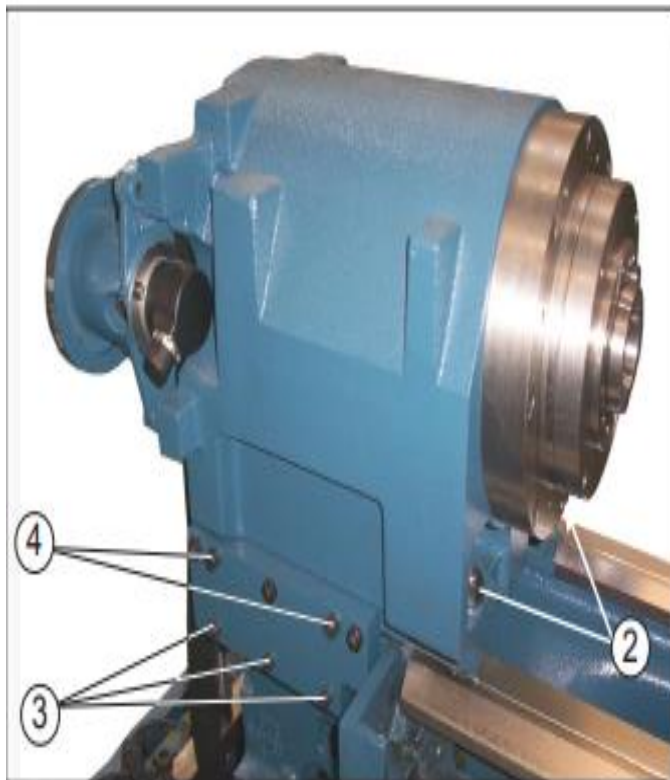
O alinhamento no plano vertical é feito ajustando-se à altura dos calços (1) que suportam o cabeçote no barramento.

### PLANO HORIZONTAL

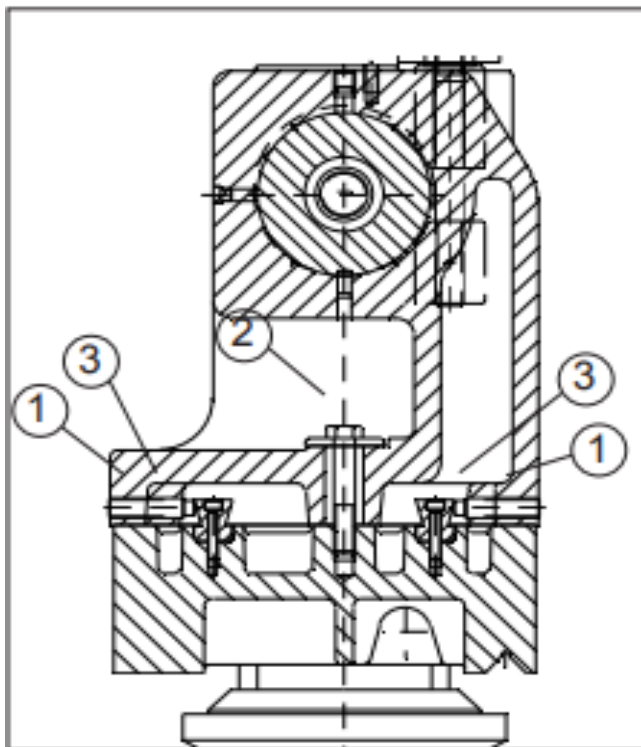
No plano horizontal, o cabeçote é alinhado e travado na posição correta, através de parafusos que atuam no corpo do cabeçote da máquina e no barramento como mostrado na figura abaixo.

Para o alinhamento deve-se seguir o seguinte procedimento:

- 1) Soltar os parafusos do cartucho (2);
- 2) Manter os parafusos fixos ao barramento (3),
- 3) Atuar sobre os parafusos no cabeçote (4).
- 4) Após alinhamento manter todos os parafusos fixos ao cabeçote e barramento.



### CABEÇOTE MÓVEL ALINHAMENTO



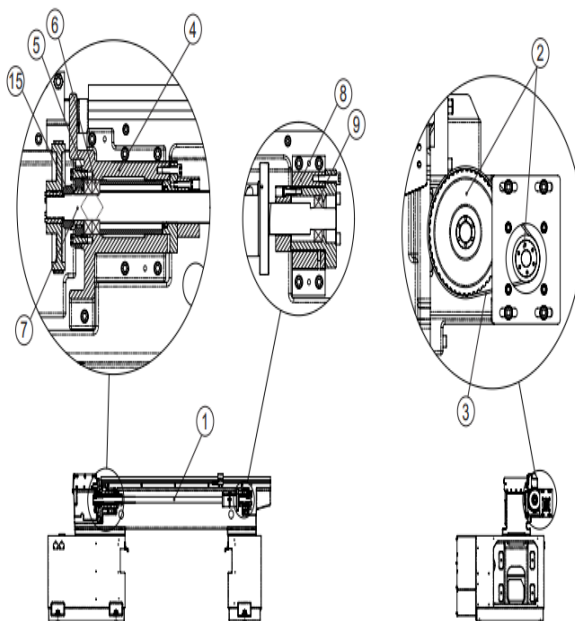
O cabeçote móvel possui um sistema de alinhamento lateral através de parafusos e chavetas.

Para o alinhamento do cabeçote móvel, proceda como

Segue:

- 1) Remova os parafusos (1 e 2).
- 2) Atue nos parafusos (3) para obter o alinhamento de acordo com a coincidência dos índices existentes no corpo e base do cabeçote móvel.
- 3) Fixe os parafusos (1 e 2)

### Graxa



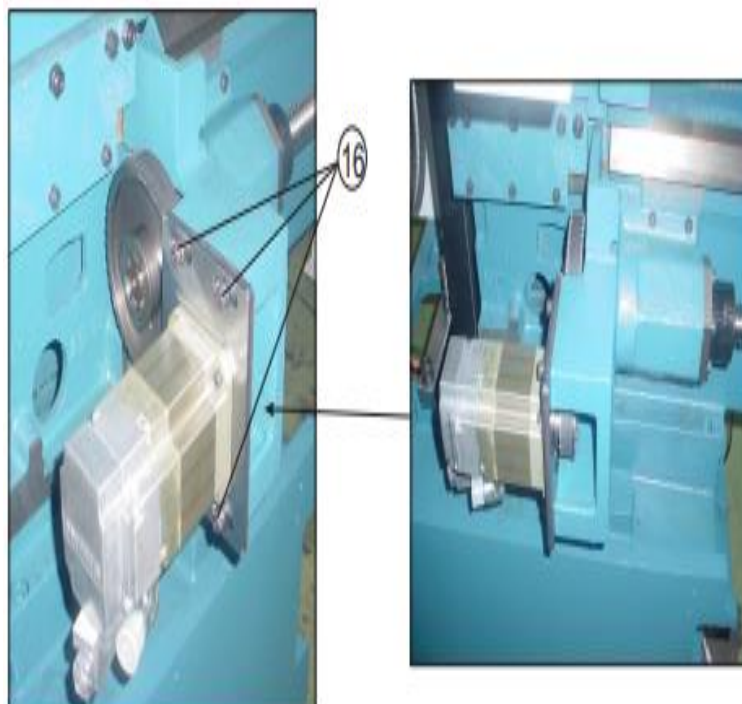
### Graxa

Os Rolamentos (5 e 6) são lubrificados com graxa (ISOFLEX NBU – 15 – kluber).

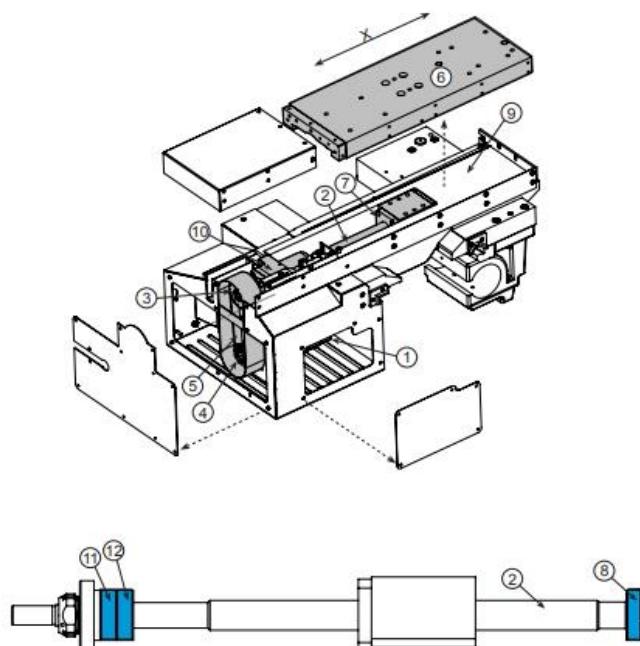
Está graxa possui longa durabilidade e sob as condições normais de funcionamento está especificada para 1000 horas de operação.

**Procedimento para substituição / ajuste da correia:**

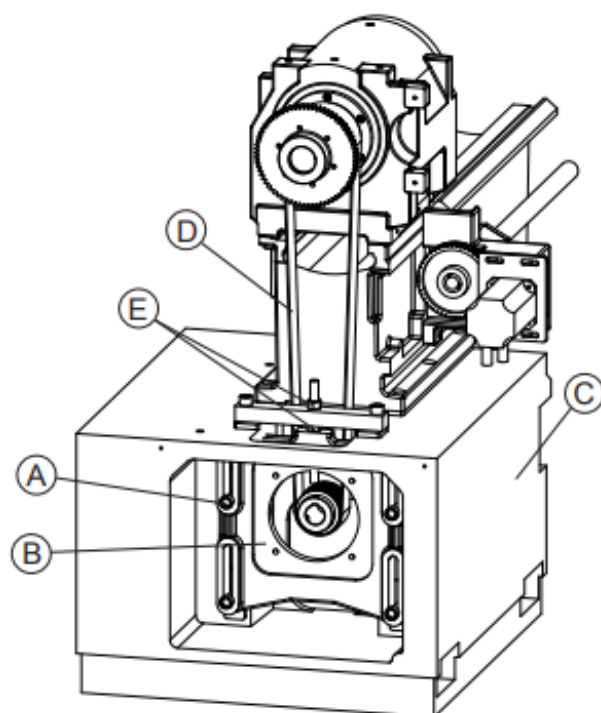
**NOTA:** Verificar a condição da correia a cada 4000 horas e substituí-la se necessário.



**Operação do Carro Transversal (Eixo X)**



## MOTORIZAÇÃO



Depois de algum tempo de uso, a correia (D) pode afrouxar devido ao desgaste natural. Se isto ocorrer, proceda como segue para substituí-la e/ou

Ajustá-la:


Solte os 4 parafusos (A) que fixam o suporte (B).

Atue sobre as 2 porcas (E) e movimente o suporte (B) para substituir e/ou ajustar a correia.

Depois de substituir ou ajustar a correia, aperte os 4 parafusos (A).



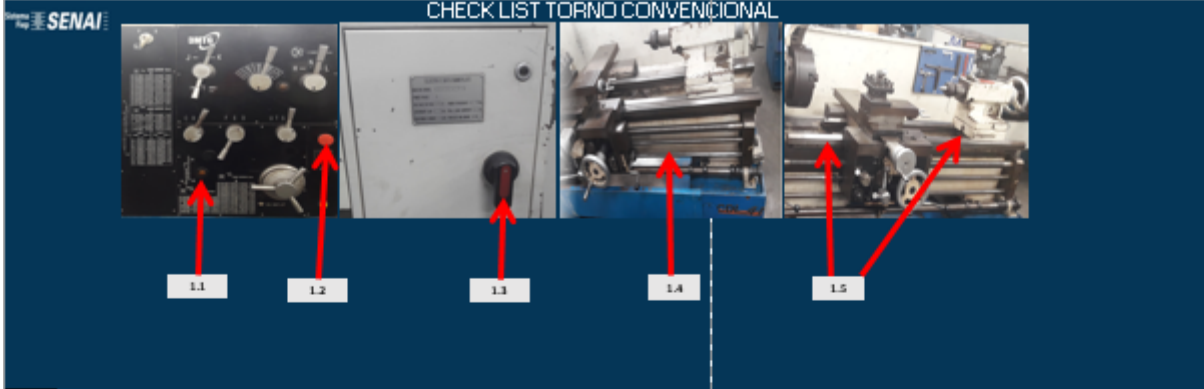
Peso do Motor (aprox.)	
Centur 30D/C420	63kg (139 lb)






<b>Motor Principal - Ventilador</b>	
	<p>Desligue sempre a Chave Geral antes de acessar o ventilador</p> <p>Recomenda-se limpar o ventilador do motor a cada 4000 horas.</p>

### 3.2 Ordem de serviço (OS)

ORDEM DE MANUTENÇÃO		
Nome	SENAI-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial	
Endereço	Rua Belém, 844 - Centro, Londrina-Pr	
Equipamento	Torno Mecânico Convencional	
Modelo		
Série		
Setor	Laboratório de metal mecânica	
Patrimônio		
Local		
Data de manutenção	/ /	
Responsável		
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA		
HORÁRIO DA PARADA DO EQUIPAMENTO	:	
INÍCIO DA MANUTENÇÃO	:	
TERMINO DA MANUTENÇÃO	:	
HORARIO INICIO DO EQUIPAMENTO	:	
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO DO PROBLEMA		
TIPO DE MANUTENÇÃO REALIZADA	<input type="checkbox"/> CORRETIVA	<input type="checkbox"/> PREVENTIVA
SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS		
CODIGO	DESCRIÇÃO DO COMPONENTE	QTD

### 3.3 Check list de manutenção



ITEM	LOCAL	DESCRIÇÃO	PERIODICIDADE	EXECUÇÃO	STATUS	RESPONSÁVEL	DATA/HORÁRIO	INFORMAÇÕES
1.1		VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO LUBRIFICANTE	DIÁRIO	OPERADOR	OK	NOE		
1.2		BOTÃO DE EMERGÊNCIA: VERIFICAR DE FUNCIONAMENTO	DIÁRIO	OPERADOR	OK	NOE		
1.3		VERIFICAR INTERRUPTOR GERAL	DIÁRIO	OPERADOR	OK	NOE		
1.4		VERIFICAR O PONTO LUBRIFICAÇÃO COM GRESA PERIODICIDADE: DIÁRIO	DIÁRIO	OPERADOR	OK	NOE		
1.5		VERIFICAR O CARRO E GUIAS E PARAFINHO E POSSÍVEL DESGASTE	DIÁRIO	OPERADOR	OK	NOE		

## 4. CONCLUSÃO

Esse estudo foi desenvolvido para expor a teoria do planejamento e controle da manutenção e mostrar como é importante para qualquer empresa ou indústria. Através deste Artigo científico, foram apresentados todos os parâmetros importante que um PCM ou um gestor da manutenção deve ter entendimento para um planejamento e uma boa gestão.

O objetivo é trazer conhecimento e referência para o profissional da manutenção, deste modo, tanto os profissionais quanto os processos da área da manutenção devem ser aptos e eficazes para desempenhar seus papéis.

Esses parâmetros são os mais atualizados até o momento, mais como a área é ampla e tem bastante tecnologia envolvida, ela está se desenvolvendo e aperfeiçoando a cada momento e vem ganhando espaço no mercado por causa dos

bons resultados que vem entregando. Para isso, diversas ferramentas devem ser utilizadas pelo setor, para que sua função seja cumprida de maneira otimizada e competente.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Evanir. **Manutenção Industrial: O que é, exemplos e quais os principais tipos?** Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/conheca-os-principais-tipos-de-manutencao-industrial/>. Acesso em: 29/09/2021.

CARVALHO, Moisés do Nascimento et al. **Gerenciamento de ativos aplicado a manutenção de sistemas industriais.** Disponível em: <[https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2012/ceel2012\\_artigo108\\_r01.pdf](https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2012/ceel2012_artigo108_r01.pdf)>. Acesso em: 27/09/2021.

MENDES, André Vicente de Moraes – **A importância da gestão de ativos para a competitividade das empresas de distribuição de energia elétrica.** Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2021. Dissertação de Mestrado.

COUTINHO, Thiago. **PCM: O que é e qual a sua importância?** Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pcm>>. Acesso em: 10/10/2021.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial.** 2002. 282f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2002.

ENGEMAN. **Os principais aspectos da gestão de manutenção industrial.** Disponível em: <<https://blog.engeman.com.br/gestao-de-manutencao-industrial/>>. Acesso em: 10/10/2021.

FABRO, Elton. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84910/198455.pdf?sequence=1&isAllowed=y/-acessado%20em%2024/09/2021>>. Acesso em: 22/10/2021.

FERNANDES, D.R. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial.** Revista da FAE, 7(1), p.1-18, 2004.

FIELD, Control. **Gestão da manutenção: o que é e porque fazê-la.** Disponível em: <<https://fieldcontrol.com.br/blog/gestao-da-manutencao/>>. Acesso em: 15/10/2021.

FUENTES, Fernando Félix Espinosa. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88894/232836.pdf?sequence=1&isAllowed=y/-/acessadoem%2038/09/2021>>. Acesso em: 22/10/2021.

FREITAS, Lorrana. **Faça uma boa gestão da manutenção industrial e otimize seus custos.** Disponível em: <https://www.siteware.com.br/produktividade/gestao-da-manutencao-industrial/>. Acesso em: 10/10/2021.

GESTÃO, de ativos: **Guia para a aplicação da norma ABNT NBR ISSO 55001.** Disponível em: <https://leonardo-energy.org.br/wp-content/uploads/2019/10/gestao-de-ativos-guia-para-a-aplicacao-da-iso-55001.pdf>. Acesso em: 20/10/2021.

INOVAÇÃO, industrial. **Saiba quais são os principais tipos de manutenção industrial.** Disponível em: <https://inovacaoidustrial.com.br/tipos-de-manutencao-industrial/>. Acesso em 29/09/2021.

MARINELLI, Igor. **Da preventiva à preditiva, a evolução da gestão da manutenção.** Disponível em: <https://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/entenda-a-evolucao-da-manutencao-preditiva.html>. Acesso em: 29/09/2021.

MARTINS, Túlio. **A evolução da manutenção.** Disponível em: <https://tuliomartins.com.br/evolucao-da-manutencao/>. Acesso em: 29/09/2021.

MITCHELL, G. **Problems and Fundamentals of sustainable development indicators** Disponível em: <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html> Acesso em 31 out. 2006.

Parmenter, D. (2007) **Indicadores-chave de desempenho: Desenvolvimento, implementação e uso de KPIs vencedores.** John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

PLUCINSKI, Jean Cássio. **Evolução da manutenção.** Disponível em: <http://www.somaticaeducar.com.br/evolucao-da-manutencao/>. Acesso em 29/09/2021.

ROMÃO, Danilo. **O que é a gestão da manutenção?** Disponível em: <https://engeteles.com.br/gestao-da-manutencao-2/>>. Acesso em: 15/10/2021.

STRUVE, Christian D. **Evolução na gestão da manutenção.** Disponível em: <https://www.fractal.com/pt/blog/evolu%C3%A7%C3%A3o-na-gest%C3%A3o-da-manuten%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 29/09/2021.

VAPORTEC. **Tipos de manutenção industrial: corretiva, preventiva e preditiva.** Disponível em: <https://www.vaportec.com.br/ind/2016/01/21/tipos-de-manutencao-industrial-corretiva-preventiva-e-preditiva/>. Acesso em: 29/09/2021.

VIVANTE. **Os 6 principais tipos de manutenção industrial.** Disponível em: <https://vivante.com.br/blog/manutencao-industrial> Acesso em: 29/09/2021.

WYREBSKI, Jerzy. **Manutenção produtiva total – um modelo adaptado.** Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/158161/108695.pdf?sequencia=1&isAllowed=y/-acessado%20em%2028/09/2021>>. Acesso em: 20/10/2021.

## Capítulo IV – Manutenção em robôs industriais

Anderson Brito Afonso de Almeida <sup>20</sup>  
Daniel de Abreu Junior <sup>21</sup>  
Fabinho Marcelo Marin <sup>22</sup>  
Fernando Henrique Gualiume <sup>23</sup>  
Fernando Henrique Santos <sup>24</sup>  
Hélio Ricardo Veronesse <sup>25</sup>  
João Pedro Ferreira Costa <sup>26</sup>  
Samuel de Paula <sup>27</sup>  
Willian Vinícius de Oliveira <sup>28</sup>  
Antônio Carlos Rodrigues <sup>29</sup>  
Adriana Giseli Leite Carvalho <sup>30</sup>  
Janaina Fracaro de Souza Gonçalves <sup>31</sup>  
Daniel Almeida Colombo <sup>32</sup>  
Wagner De Paula Rodrigues <sup>33</sup>

### RESUMO

A Faculdade da Indústria SENAI Londrina, juntamente com os alunos do 5º período de Tecnologia em Manutenção Industrial, buscando a melhoria contínua em processos e eficiência dos equipamentos elaborou um artigo onde visando aumentar os conhecimentos em manutenção em Robôs Industriais, que apresenta informações de equipamentos onde serão levantados tópicos e análises de quais as manutenções preventivas necessárias para atender os equipamentos robóticos em geral, tornando a vida útil desses equipamentos mais longas ao decorrer do tempo, se baseando em manuais de equipamentos dos fabricantes.

**Palavras-chave:** Manutenção. Plano de Manutenção em Robôs.

---

<sup>20</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>21</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>22</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>23</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>24</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>25</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>26</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>27</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>28</sup> Acadêmico do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial -Campus Londrina

<sup>29</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [antonio.rodriques1@sistemafiep.org.br](mailto:antonio.rodriques1@sistemafiep.org.br)

<sup>30</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [adriana.carvalho@sistemafiep.org.br](mailto:adriana.carvalho@sistemafiep.org.br)

<sup>31</sup> Docente da UTFPR - Campus Londrina, [janainaf@utfpr.edu.br](mailto:janainaf@utfpr.edu.br)

<sup>32</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [daniel.colombo@sistemafiep.org.br](mailto:daniel.colombo@sistemafiep.org.br)

<sup>33</sup> Docente da UniSENAI-Campus Londrina, [wagner.deprodrigues@sistemafiep.org.br](mailto:wagner.deprodrigues@sistemafiep.org.br)

## ABSTRACT

The Faculty of Industry SENAI Londrina, together with students from the 5th period of Technology in Industrial Maintenance, seeking continuous improvement in processes and equipment efficiency, prepared an article in order to increase knowledge in maintenance in Industrial Robots, which presents information about equipment where topics will be raised and analysis of what preventive maintenance is required to meet robotic equipment in general, making the useful life of these equipment longer over time, based on manufacturers' equipment manuals..

**Key words:** Maintenance. Robot Maintenance Plan.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia as indústrias buscam maior capacidade de produção e redução de custos e minimizar ao máximo as paradas de máquinas para aumentar seus ganhos e estarem mais competitivos no mercado.

A procura de automatizar seus processos são uma tendência que cada dia nas indústrias em que os trabalhos mais repetitivos e pesados estão sendo realizados por robôs industriais. Com o aumento desses equipamentos, as indústrias necessitam de pessoas e empresas qualificadas sem realizar manutenções preventivas e corretivas nesses equipamentos onde que a gama de mercado está em uma crescente.

Assim, esse trabalho apresenta os procedimentos e instruções para realizar as devidas manutenções nos equipamentos em geral, focando os principais pontos de para realizar substituição de peças e análise de prováveis falhas que acontece nos processos das manutenções de forma inadequada por diversos fatores onde que geram muitos transtornos e podendo afetar o equipamento onde pode para uma fábrica inteira por uma manutenção não feita corretamente.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A manutenção industrial e os agentes de manutenção, nesse contexto, são motivados a estudarem e reorganizarem o tempo em atividades que leve a tomada de decisão integrada ao sistema de produção. O foco da discussão está apontado para sistemas de gestão da manutenção, que possam fornecer resultados mais promissores do que os obtidos pela manutenção centrada no reparo - MCR. O

destaque atual está na manutenção centrada na confiabilidade – MCC (RCM - Reliability Centered Maintenance) e manutenção para a produtividade total MPT (TPM – Total Productive Maintenance (Dias;2000; p1).

A manutenção tem como objetivo diminuir as paradas de máquinas, tendo uma maior produtividade nas indústrias gerando uma sustentabilidade e aumentando a sua receita, com equipamentos tendo um bom funcionamento e maior tempo, exige profissionais capacitados e de capacidade técnica para executar as atividades em tempos corretos onde que inicia a Manutenção Corretiva. (Dias;2000).

A manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma falha destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Manutenção preventiva é efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento de um item.

A manutenção preditiva busca a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de medições e análise, utilizando-se de meios de supervisão ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. (Moubray;1992;apud Dias;2000), cita também a manutenção detectiva como aquela associada a itens que só trabalham quando necessário e por isso não informam quando estão em estado de falha. Exemplo desses itens: sistemas de alarme, dispositivos de medição e controle.

Estas falhas são denominadas de falhas ocultas. Essas sistemáticas de manutenção têm algumas variantes, e tem evoluído no tempo. A adoção do projeto para a mantabilidade do produto, melhora os procedimentos, o acesso aos itens, a detecção das falhas, a instrumentação associada, os materiais, as ferramentas, o treinamento da mão de obra e os procedimentos para executar a manutenção (Blanchard, 1995; apud Dias;2000).

## **2.2 ROBÓTICA**

O primeiro robô industrial foi o Unimate, desenvolvido por George Devol e Joe Engleberger, no final da década de 50, início da década de 60. As primeiras patentes de máquinas transportadoras pertenceram a Devol, máquinas essas que eram robôs primitivos que moviam objetos de um local para outro. Engleberger, devido a

construção do primeiro robô comercial, foi apelidado de "pai da robótica" (Monteiro Cavalcanti;2003,p7).

Muito utilizado nas indústrias, os Robos Industriais vieram para facilitar e aumentar a produtividade nas empresas, no inicio tiveram muitas e diversas situações que diziam que os robos iriam tirar empregos dos colaboradores,mas com o passar do tempo viram que foi a oportinidade de buscarem novos conhecimentos e ingressar em novo cargos, e tambem tendo uma maior qualidade de trabalho,pois os robos na maioria das suas atividades são de varias repetições ea até mesmo pesados.

“As técnicas de inteligência artificial tiveram como base o fato de que o ser humano consegue na maioria das vezes resolvermos vários problemas, inclusive àqueles que não são ainda modeláveis matematicamente. Com isto, o ser humano voltou-se para si mesmo, indagando-se como ele próprio faz para resolvê-los. A partir disto, várias técnicas que tentam reproduzir uma parte do raciocínio humano foram desenvolvidas, dentre elas destacam-se os sistemas 20 especialistas, os sistemas heurísticos, as redes neurais artificiais e a semiótica”. ""(Monteiro Cavalcanti;2003,p19).

Trabalhos sobre redes neurais artificiais, comumente referidas como redes neurais, têm sido incentivados desde a sua concepção, pelo reconhecimento de que o cérebro humano processa informações de uma forma totalmente diferente dos computadores digitais convencionais, tais como as máquinas de Von Neumann. O esforço para entender o cérebro deve muito ao trabalho pioneiro de (Ramón y Cajál, 1911; apud Monteiro Cavalcanti; 2003), que introduziu a idéia dos neurônios como estruturas constituintes do cérebro.

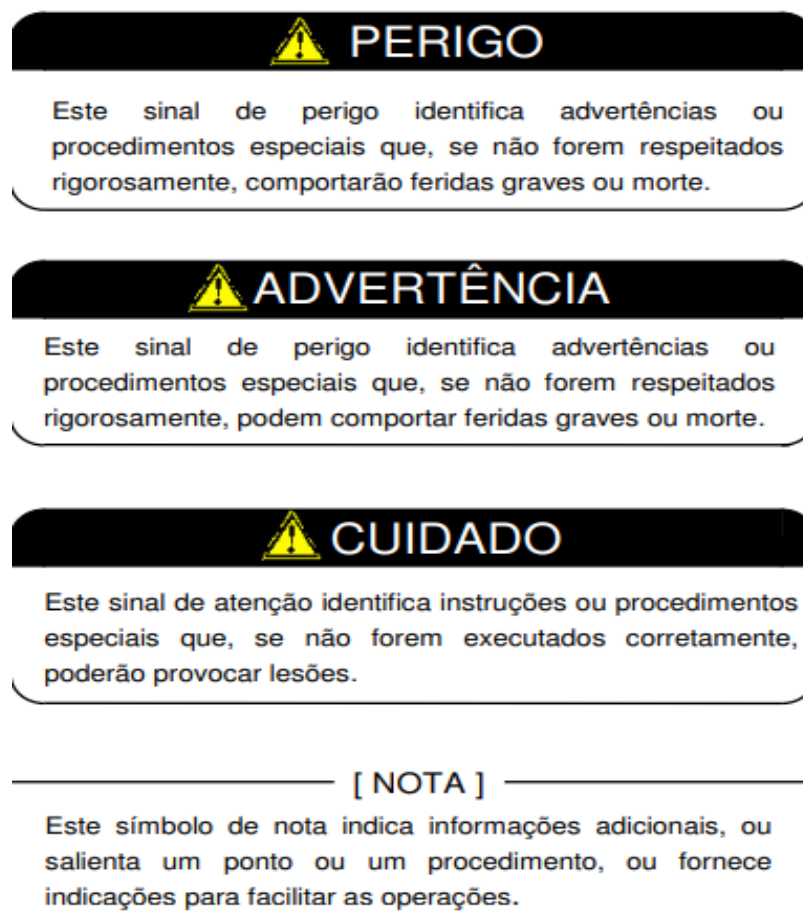
O cérebro é altamente complexo, não linear e processa informações paralelamente. Ele tem a capacidade de organizar os neurônios e executar certas operações (reconhecimento de padrões, percepção e controle motor) muito mais rápidas do que o computador digital mais rápido que existe hoje. Recentemente o computador Deep Blue venceu o jogador de xadrez Gasparov em uma competição de xadrez (Fogel, 2002), mas não pela velocidade de raciocínio e sim, provavelmente, pelo cansaço mental de Gasparov. No nascimento, um cérebro tem uma grande estrutura e habilidade para construir suas próprias regras através do que se denomina geralmente de "experiência". Em verdade, a experiência é conseguida através dos anos, com um grande desenvolvimento do cérebro humano nos dois primeiros anos a

partir do nascimento, bem como além deste estágio. Durante este estado de desenvolvimento, aproximadamente 1 milhão de sinapses são formadas por segundo (Haykin, 1996; apud Monteiro Cavalcanti; 2003).

## 2. MANUTENÇÃO EM ROBÔS INDUSTRIAIS

O conteúdo abordado nesse artigo está fundamentado nos equipamentos da fabricante Kawasaki nos modelos de Série F com o intuito de apresentar e demonstrar as necessidades de manutenção dos equipamentos seguindo o procedimento conforme o manual. As informações seguintes terão indicações de atenção e/ou perigo (“cuidado”, “advertência”, “perigo”) abaixo descritas não forem observadas, disso poderão derivar feridas graves ou danos às pessoas ou ao robô, conforme a nota<sup>1</sup>, da Figura 1.

Figura 1 – Nota de aviso



Para confirmar a aceitabilidade e a eficácia dos desenhos, a descrição pormenorizada dos documentos e dos procedimentos não são suficientes. Portanto, se desejar ativar/reparar/efetuar a manutenção ou ajustar/modificar e proceder a variadas operações, é necessário que as efetue prestando a máxima atenção.

O pessoal responsável pelo funcionamento ou pela manutenção de seu sistema deve sempre respeitar as normas de segurança. Nunca substitua nem ajuste as peças internas de seu sistema robotizado com alimentação ativada (ON), de forma a garantir a sua própria segurança.

Antes de iniciar a manutenções dos equipamentos fazer análises dos riscos de acidente, avisar pessoas próximas do local e se possível isolar a área, fazer bloqueio do equipamento, desligamento do mesmo, identificação de etiquetas de bloqueios dos envolvidos na atividade, fazer teste de energia zero antes do início de execução, lembrando sempre que a manutenção deve ser feito por profissionais de conhecimento técnico, seguindo todos os protocolos de segurança e o manual de instrução do equipamento.

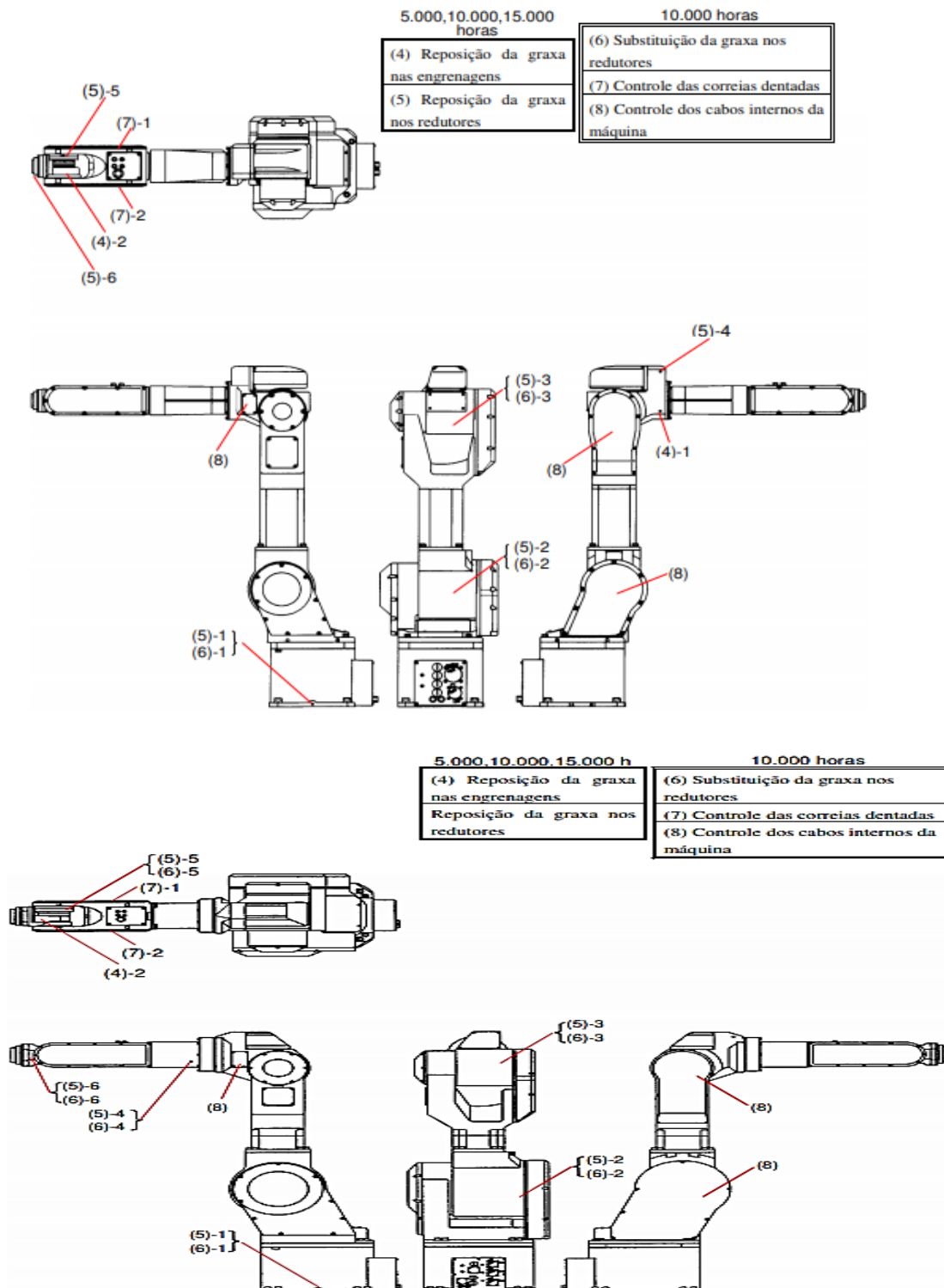
Antes de começar a manutenção, pressione o interruptor de EMERGÊNCIA no controlador, na seção principal. Fazer uma avaliação e levantar qual tipo de manutenção será realizado no equipamento, com dados de Check List, conforme a Tabela 1.

**Tabela1** - Controle diário, controle de rotina.

Período de manutenção Elementos	controle diário	5.000 horas	10.000 horas	15.000 horas	20.000 horas	página de referência
(1) Fendas e/ou amolgaduras no robô	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		11
(2) Movimentos e ruídos anômalos do robô	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		11
(3) Precisão no posicionamento do robô	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		11
(4) Reposição da graxa nas engrenagens		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		12-13
(5) Reposição da graxa nos redutores		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		14-19
(6) Substituição da graxa nos redutores			<input type="radio"/>			20-25
(7) Controle das correias dentadas			<input type="radio"/>			26
(8) Controle dos cabos internos da máquina			<input type="radio"/>			27
(9) Apertar parafusos			<input type="radio"/>			28
(10) Revisão					<input type="radio"/>	-

A Manutenção ser realizada no robô modelo FS10E. A Figura 2 ilustra os pontos de lubrificação do referido modelo de robô

**Figura 2 – Pontos lubrificação com graxas.**



## 4.1 Procedimentos Diários de Controle

Para a manutenção e o controle diários de um Robô Kawasaki, execute a manutenção e o controle dos seguintes elementos referentes a Quadro 1.

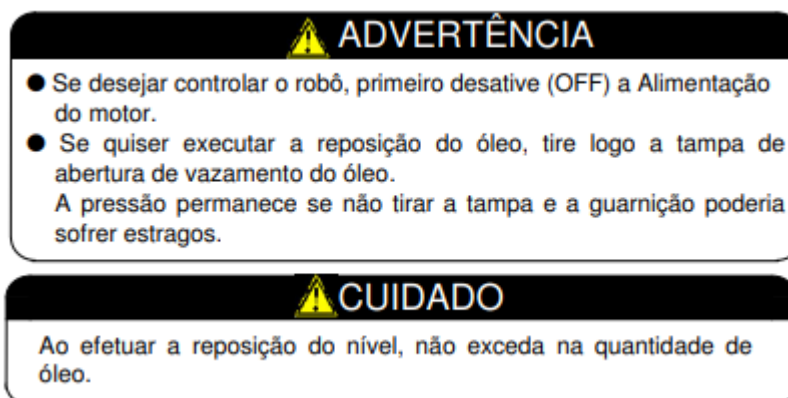
**Quadro 1** - procedimento e controle.

N.	Elementos nos quais executar a manutenção	Detalhes de manutenção	Localização e eliminação da falha
(1)	Fendas e/o amolgaduras no Robô	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique a presença de fendas nas peças do robô devidas a interferências, etc. Verifique sobretudo a seção do pulso.</li> <li>• Verifique a presença de amolgaduras devidas a interferências etc. nas proteções da parte superior do braço e na base.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Tire a proteção e verifique se os cabos internos, o tubo flexível, etc. sofreram estragos.</li> </ul>
(2)	Movimentos do Robô	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique se todos os eixos se movem corretamente.</li> <li>• Verifique a presença de ruídos e/ou vibrações anômalas.</li> <li>• Verifique se as folgas são excessivamente elevadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Verifique a lubrificação.</li> <li>☆ Verifique se não há erros no sistema de comando.</li> </ul> <p>Por exemplo, se a folga aumentou e o espaço morto se tornou excessivo, nos contate.</p>
(3)	Mudou a precisão do posicionamento?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique se não ocorreram deslocações em relação às localizações de origem.</li> <li>• Verifique se não há flutuações em posição parada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Assegure-se que não há anomalias no sistema de comando.</li> </ul> <p>Por exemplo, se a folga aumentou e o espaço morto se tornou excessivo, nos contate.</p>

## 4.2 Reposição da Graxa nas Engrenagens

Período de manutenção: 5000 horas x 10000 horas x 15000 horas. Deve-se atentar aos avisos de advertência ilustrados na Figura 2.

**Figura 3** – Notas 2.

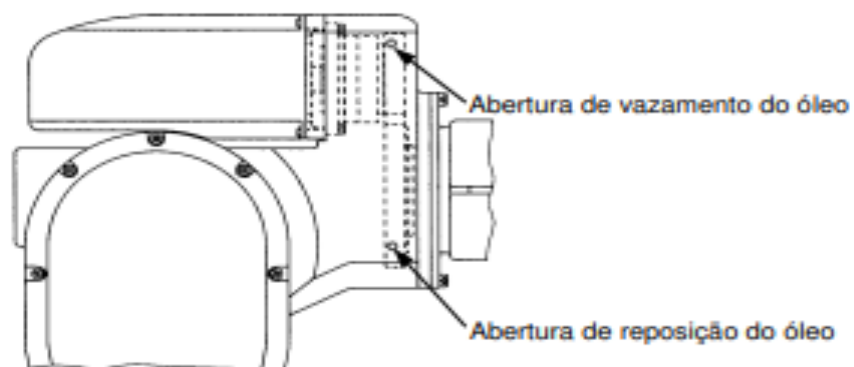


#### 4.2.1 Seções das Engrenagens JT4

Na Figura 4, observa-se quais são os modelos e procedimentos das engrenagens JT4.

**Figura 4 –** Abertura de vazamentos

<b>Modelo</b>	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L, FA06E,FC06N,FW06N,FS10C, FS10E,FS20C,FS20N,FA20N, FP20N,FS10L
<b>Avaliação da operação</b>	(4)-1



**(Procedimentos)**

Procedimentos:

- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.
- 2) Introduza o niple de lubrificação (M6) na abertura de reposição do óleo.
- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo.
- 4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. 5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e na abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242 conforme a Tabela 2.

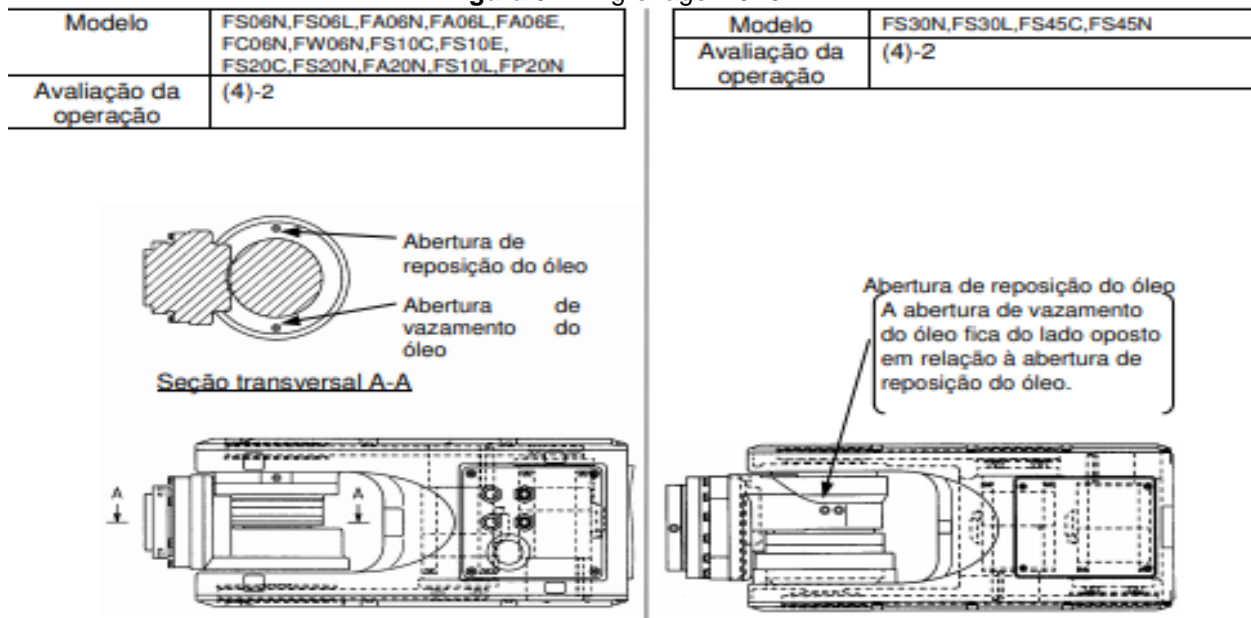
**Tabela 2 -** Tipo de graxa.

<b>Modelo</b>	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L,FA06E, FC06N,FW06N,FS10C,FS10E	FS20C,FS20N,FA20N, FP20N,FS10L
<b>Quantidade</b>	40 CC	70 CC
<b>Graxa</b>	SHELL SUN LIGHT GREASE 1.	

#### 4.2.2 Seções das Engrenagens JT5

Na Figura 5 observa-se o modelo de engrenagem JT5.

**Figura 5 – Engrenagem JT5**



Procedimentos:

- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.
- 2) Introduza o niple de lubrificação (tipo curvo exceto os FS 30/45) na abertura de reposição do óleo.
- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo.
- 4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. 5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e na abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242 conforme a Tabela 3.

**Tabela 3 - Tipo de graxa.**

Modelos	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L,FA06E,FC06N,FW06N,FS10C,FS10E	FS20C,FS20N,FA20N,FS10L,FP20N	FS30N,FS30L,FS45C,FS45N
Quantidade	8 CC	20 CC	20 CC
Graxa	SHELL SUN LIGHT GREASE 1.		

### 4.3 Reposições da Graxa nos Redutores

Período de manutenção: 5.000 horas x 10.000 horas x 15.000 horas para um redutor JT6 representado na Figura 6.

**Figura 6** – Vista da abertura de vazamento e reposição

<b>Modelo</b>	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L,FA06E,FC06N,FW06N,FS10C,FS10E,FS20C,FS20N,FA20N,FS10L,FP20N
<b>Avaliação da operação</b>	(5)-6



Procedimento:

- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.
- 2) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo.
- 3) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e na abertura de vazamento do óleo.

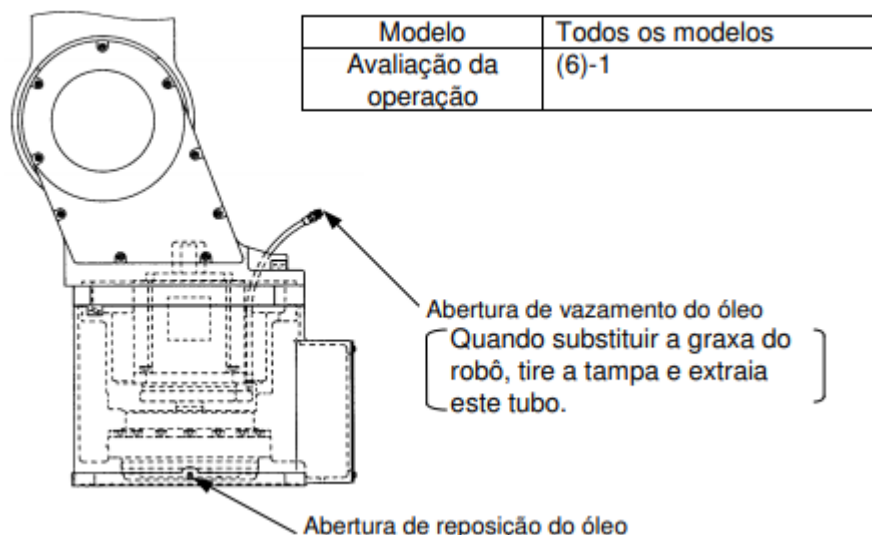
#### 4.3.1 Reposição da Graxa nos Redutores

Na Figura 7 apresentaremos a substituição da graxa. Procedimentos: Prepare primeiro um pano para limpar a graxa e um recipiente para conter a graxa saindo da abertura de vazamento do óleo.

- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.
- 2) Introduza o niple de lubrificação (M6) na abertura de reposição do óleo.

- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo. Quando deitar a nova graxa, a graxa de vazamento é eliminada através da abertura de vazamento do óleo.
- 4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. Com o pano limpe a graxa à volta da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo etc.
- 5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e na abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242), conforme a Figura 7.

**Figura 7 – Ponto de reposição e abertura.**



Modelo	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L,FA06E, FC06N,FW06N,FS10C,FS10E	FS20C,FS20N,FA20N,FS10L, FP20N	FS30N,FS30L, FS45C,FS45N
Quantidade	300 CC	450 CC	1250 CC
Graxa	MOLY WHITE RE No.00		

Na Figura 8 apresenta-se a substituição da graxa no redutor JT2. Procedimentos: Prepare antes um pano para limpar a graxa e um recipiente para conter a graxa saindo da abertura de vazamento do óleo.

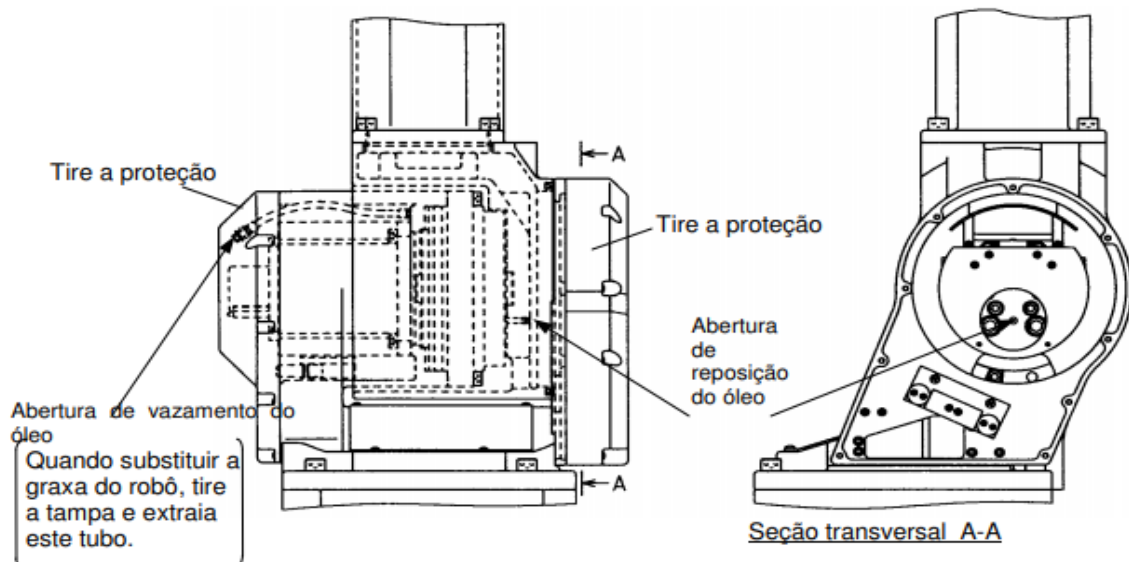
- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.
- 2) Introduza o niple de lubrificação (M6) na abertura de reposição do óleo.
- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo. Quando deitar a nova graxa, a graxa de vazamento é eliminada através da abertura de vazamento do óleo.

4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. Com o pano limpe a graxa em volta da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo etc.

5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e a abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242), tabela 7 modelo e quantidade de graxa.

**Figura 8** – vista do modelo JT2 e quantidade de graxa.

Modelo	Todos os modelos
Avaliação da operação	(6)-2



Modelo	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L,FA06E,FC06N,FW06N,FS10C,FS10E	FS20C,FS20N,FA20N,FS10L,FP20N	FS30N,FS30L,FS45C,FS45N
Quantidade	100 CC	300 CC	450 CC
Graxa	MOLY WHITE RE No.00		

Na Figura 9 apresenta-se os procedimentos para a substituição da graxa no redutor JT4. Procedimentos: Prepare antes um pano para limpar a graxa e um recipiente para contenha a graxa saindo da abertura de vazamento do óleo.

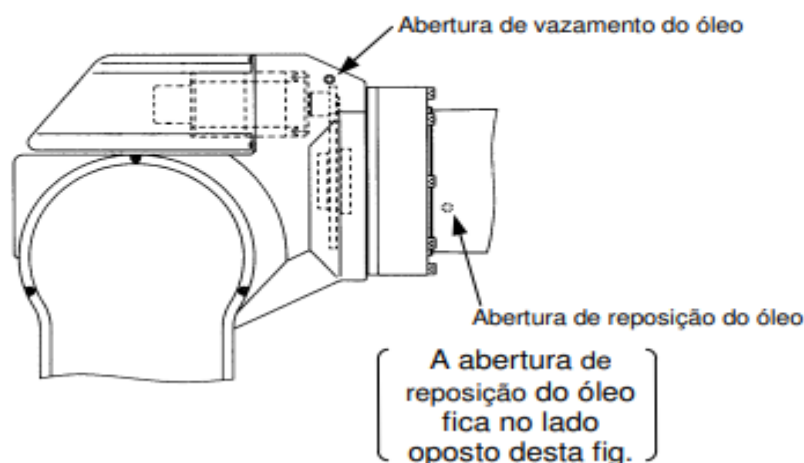
1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.

2) Introduza o niple de lubrificação (M6) na abertura de reposição do óleo.

- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo. Quando deitar a nova graxa, a graxa de vazamento é eliminada através da abertura de vazamento do óleo.
- 4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. Com o pano limpe a graxa em volta da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo etc.
- 5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e a abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242).

**Figura 9** – vista do modelo JT4 e quantidade de graxa.

<b>Modelo</b>	FS30N,FS30L,FS45C,FS45
<b>Avaliação da operação</b>	(6)-4



<b>Modelo</b>	FS30N,FS30L,FS45C,FS45N
<b>Quantidade</b>	1000 CC
<b>Graxa</b>	MOLY WHITE RE No.00

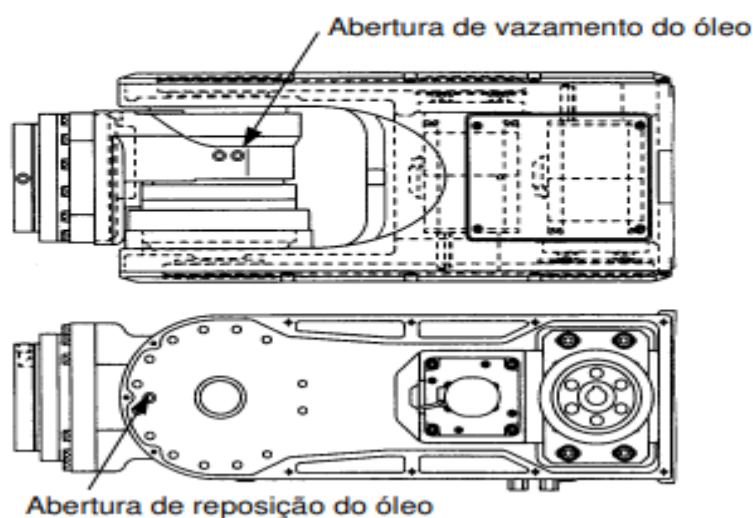
Na Figura 10 apresenta-se os procedimentos para a substituição da graxa no redutor JT5. Procedimentos: Prepare antes um pano para limpar a graxa e um recipiente para conter a graxa saindo da abertura de vazamento do óleo.

- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.
- 2) Introduza o niple de lubrificação (M6) na abertura de reposição do óleo.

- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo. Quando deitar a nova graxa, a graxa de vazamento é eliminada através da abertura de vazamento do óleo.
- 4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. Com o pano limpe a graxa em volta da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo etc.
- 5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e na abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242).

**Figura 10** – vista do modelo JT5 e quantidade de graxa.

<b>Modelo</b>	FS30N,FS30L,FS45C,FS45N
<b>Avaliação da operação</b>	(6)-5



<b>Modelo</b>	FS30N,FS30L,FS45C,FS45N
<b>Quantidade</b>	100 CC
<b>Graxa</b>	MOLY WHITE RE No.00

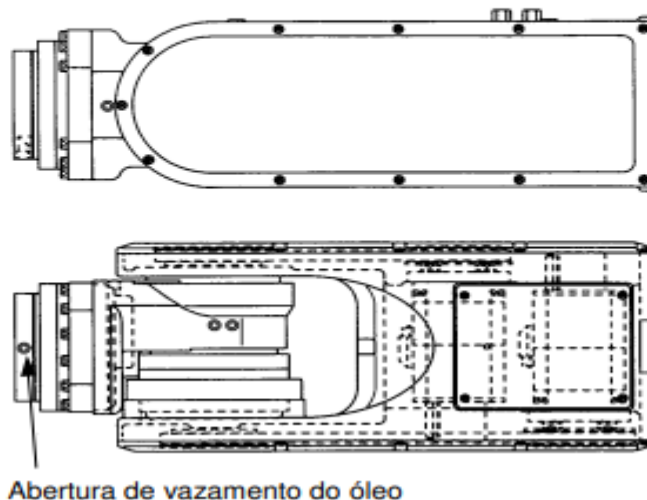
Na Figura 11 apresenta-se os procedimentos para a substituição da graxa no redutor JT6. Procedimentos: Prepare antes um pano para limpar a graxa e um recipiente para conter a graxa saindo da abertura de vazamento do óleo.

- 1) Tire as duas tampas da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo.

- 2) Introduza o niple de lubrificação (M6) na abertura de reposição do óleo.
- 3) Reponha a graxa através da abertura de reposição do óleo. Quando deitar a nova graxa, a graxa de vazamento é eliminada através da abertura de vazamento do óleo.
- 4) Tire o niple de lubrificação da abertura de reposição do óleo. Com o pano limpe a graxa em volta da abertura de reposição do óleo e da abertura de vazamento do óleo etc.
- 5) Coloque as duas tampas na abertura de reposição do óleo e na abertura de vazamento do óleo. (Ponha adesivo na rosca da tampa. Recomenda-se: LOCTITE 242)

**Figura 11** – vista do modelo JT6 e quantidade de graxa.

<b>Modelo</b>	FS30N,FS30L,FS45C,FS45N
<b>Avaliação da operação</b>	(6)-6



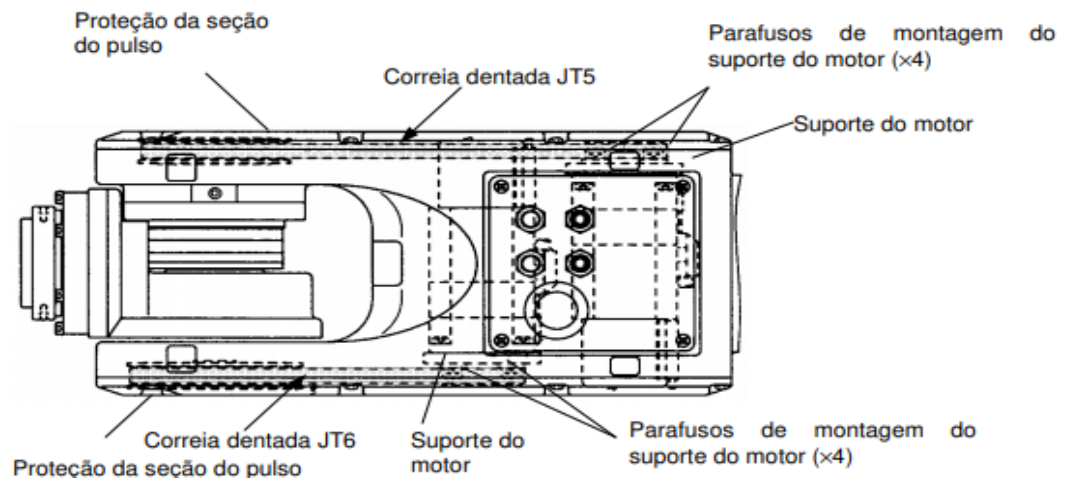
<b>Modelo</b>	FS30N,FS30L,FS45C, FS45N
<b>Quantidade</b>	100 CC
<b>Graxa</b>	MOLY WHITE RE No.00

#### 4.4 Controles das Correias Dentadas

Período de manutenção: 10.000 horas, conforme mostra a Figura 12

**Figura 12 – Vista Controle das Correias Dentadas**

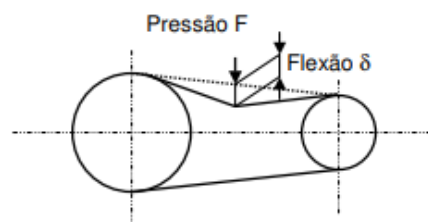
Modelo	Todos os modelos
Avaliação da operação	(7)-1, (7)-2



Procedimentos:

- 1) Tire ambas as proteções da seção do pulso.
- 2) Verifique a tensão de ambas as correias dentadas. Tensão correta: Controle a figura seguinte quando exercer a pressão F no centro da correia, que tem de se flectir pelo valor  $\delta$ , de acordo com a Figura 13.

**Figura 13 – valores Pressão x Flexão**



Modelo	FS06N,FS06L,FA06N,FA06L,FA06E,FC06N,FW06N,FS10C,FS10E		FS20L,FS20N,FA20N,FS10L,FP20N		FS30N,FS30L,FS45C,FS45N	
Eixo	JT5	JT6	JT5	JT6	JT5	JT6
Pressão F	3.43N (0.35kgf)	3.43N (0.35kgf)	3.92N (0.4kgf)	3.92N (0.4kgf)	12.74N (1.3kgf)	12.74N (1.3kgf)
Flexão $\delta$	3mm	2mm	3mm	2mm	5mm	3mm

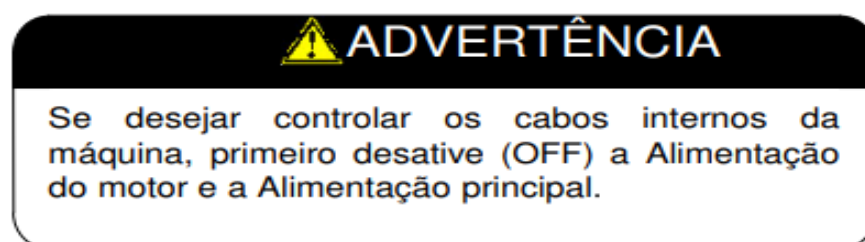
- 3) Se a tensão não for correta, desaperte os 4 parafusos de montagem do suporte do motor.
- 4) Desloque o suporte do motor e ajuste a distância da roldana. Depois, coloque temporariamente em tensão as correias.

5) Depois de ter definido a tensão adequada como atrás especificado, fixe os suportes do motor e aperte os parafusos de montagem.

#### 4.5 Controle dos Cabos Internos da Máquina

Período de manutenção: 10.000 horas de acordo com a NOTA 3 (Figura 14) que apresenta as orientações a serem seguidas.

Figura 14 – Nota 3



Modelo	Todos os modelos
Avaliação da operação	(8)

Controle os seguintes elementos:

- 1) Desaperto dos conectores dos cabos, etc. (Se for necessário, aperte bem os conectores, etc.)
- 2) Defeitos e/ou cabos dobrados (Contate-nos caso encontre anomalias em alguma peça, que portanto deverá ser substituída.)
- 3) Desaperto dos parafusos do terminal de bornes na caixa dos conectores. (Se for necessário, aperte bem os conectores, etc).

#### 4.6 Apertar parafusos

(Período de manutenção: 10.000 horas)

- Parafusos de montagem do motor
- Parafusos de montagem do suporte do motor
- Parafusos de montagem dos redutores

- Parafusos de montagem das ferramentas
- Parafusos de montagem da base

Nota ilustrada na Figura 15 referente ao Torque dado para aperto de parafuso.

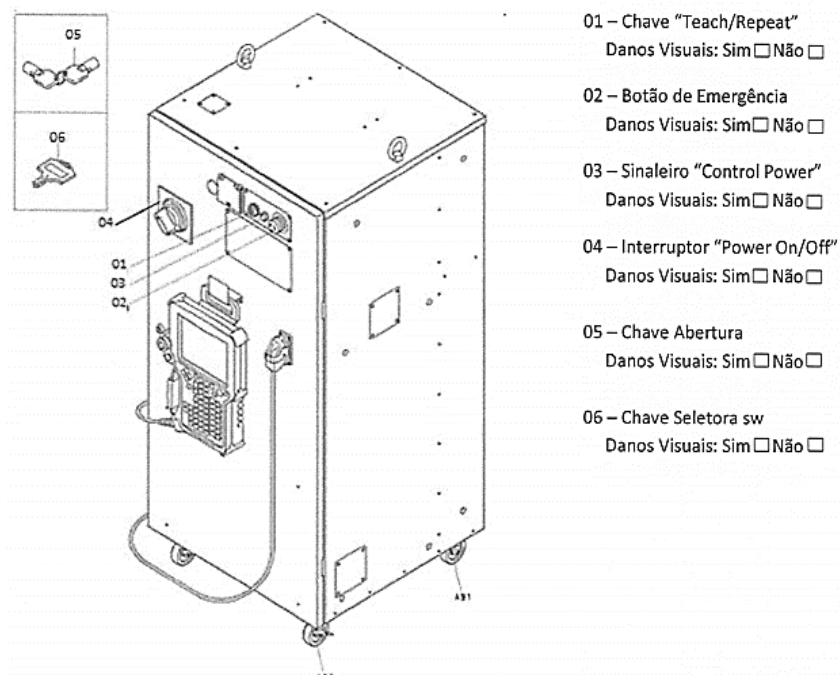
**Figura 15 – Nota 4**  
[NOTA]

O aperto do parafuso de cabeça sextavada é o seguinte:		
M 3:	1.47N·m	( 15kgf·cm)
M 4:	3.43N·m	( 35kgf·cm)
M 5:	6.86N·m	( 70kgf·cm)
M 6:	11.76N·m	( 120kgf·cm)
M 8:	29.40N·m	( 300kgf·cm)
M10:	56.84N·m	( 580kgf·cm)
M12:	98.00N·m	(1000kgf·cm)
M14:	156.80N·m	(1600kgf·cm)
M16:	235.20N·m	(2400kgf·cm)
M20:	431.20N·m	(4400kgf·cm)

A seguir, demonstra-se os trabalhos realizados na manutenção em Robôs, as práticas de execução, procedimentos e falhas nos processos e melhorias. Na Figura 16 tem-se um Check List de verificação.

**Figura 16 – verificar e controlar os componentes**

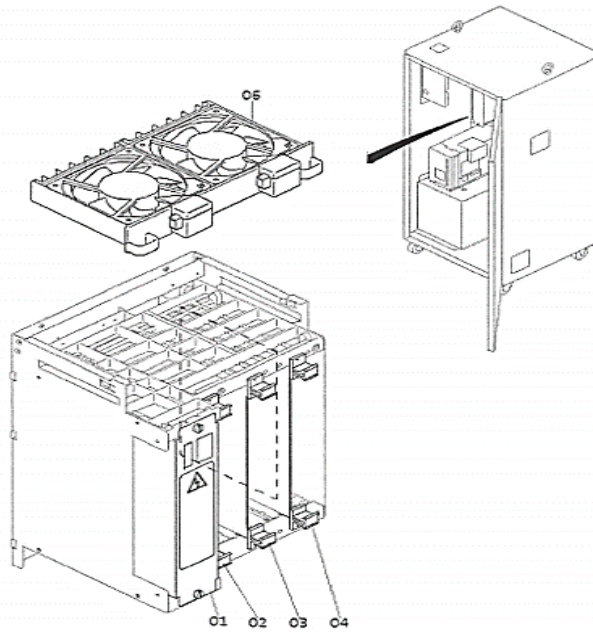
Controlador E40X– Teach Pendant | Responsável: \_\_\_\_\_



A verificação de cada componente, informação para criar dados, para histórico para planejar manutenção é realizado por meio do Check List da Figura 17.

**Figura 17 – Check List**

Controlador – Rack de Placas | Responsável: \_\_\_\_\_



- 01 – Fonte DC (AVR)  
Limpeza: Ok   
Danos Visuais: Sim  Não   
S/N: \_\_\_\_\_
- 02 – 1VA  
Limpeza: Ok   
Danos Visuais: Sim  Não   
Bateria: Ok  Troca   
S/N: \_\_\_\_\_
- 03 – 1TR  
Limpeza: Ok   
Danos Visuais: Sim  Não   
S/N: \_\_\_\_\_
- 04 – 1TW  
Limpeza: Ok   
Danos Visuais: Sim  Não   
S/N: \_\_\_\_\_
- 05 – Opcional  
Limpeza: Ok   
Danos Visuais: Sim  Não   
S/N: \_\_\_\_\_
- 06 – Ventiladores  
Limpeza: Ok   
Danos Visuais: Sim  Não

Verificou-se os conectores dos cabos e terminais da fonte e disjuntores e terminais, reajuste nos bornes e avaliação de cabos, contadores e do cooler e a placa eletrônica conforme as Figuras 18 e 19.

**Figura 18 – quadro de energia**



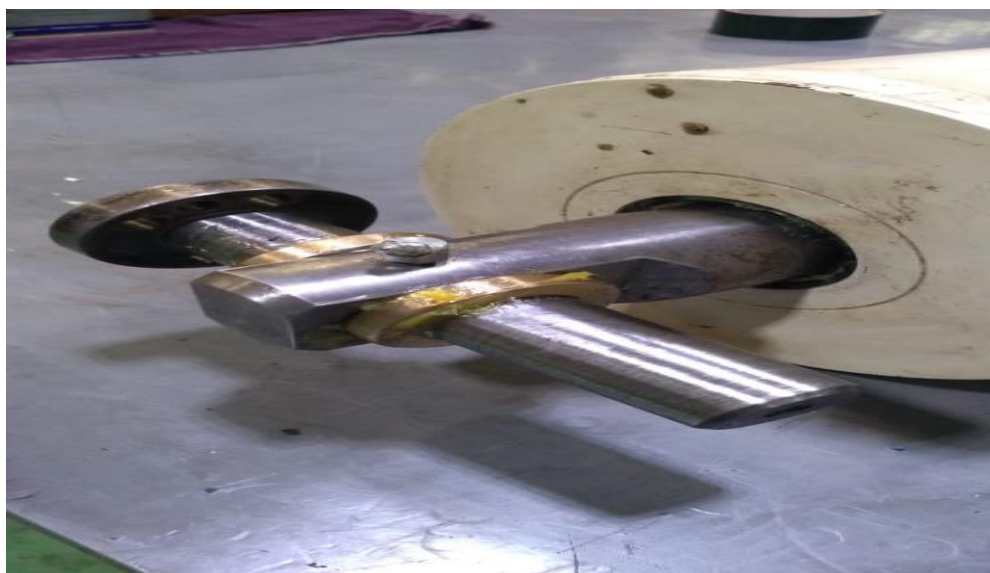
**Figura 19** – placa eletrônica e cooler



Foram realizadas as seguintes manutenções corretivas:

- 1) troca da bucha do eixo, usinado outro eixo devido ao desgaste, conforme a Figura
- 2) Substituição de mangueiras ressecadas e conexões pneumáticas conforme a Figura 21.
- 3) Realizado a troca do rolamento devido o desgaste mecânica e falta de lubrificação, conforme a Figura 22.
- 4) Avaliação e demontagem das engrenagens para analisar as condições, na Figura 23.
- 5) Diagnóstico de sistema de amortecimento de acordo com a Figura 24.
- 6) Troca do lubrificante graxa conforme a Figura 25.

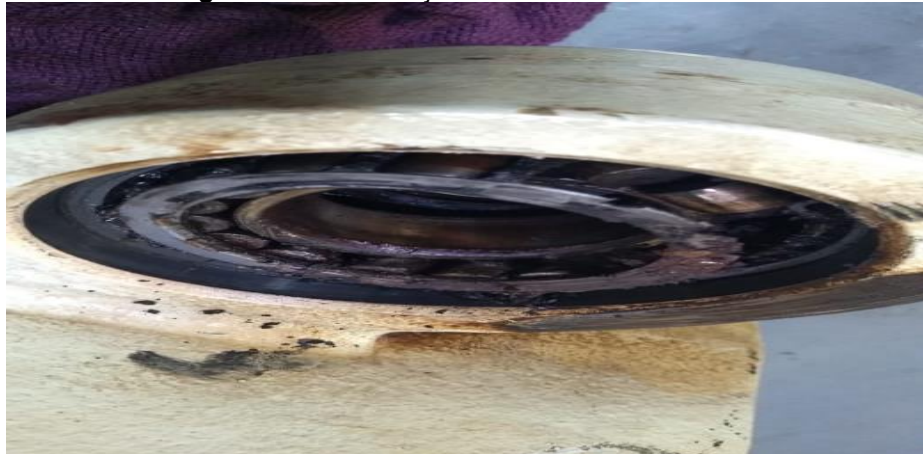
**Figura 20** – bucha retirada e eixo e remontada.



**Figura 21** – substituição de mangueiras ressecadas.



**Figura 22** – substituição do rolamento danificado.



**Figura 23** – demontagem das engrenagens para analisar as condições



**Figura 24** – Diagnóstico de sistema de amortecimento.



Figura 25 – Troca do lubrificante graxa



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclusão a manutenção realizada em Robôs tendo um grande campo de atuação na area industrial que esta sempre crescendo devido a demanda das empresas que querem a automotizar seus processos, onde que buscamos orientar o profissionais desse ramo com o nosso material, podendo auxiliar em trabalhos

direcionados para execução das atividades, tivemos como desvio estar sempre mostra conteúdo bem voltado para esta área de robos com base sempre em manual do equipamento e demonstrar o que foi realizado com imagens para auxiliar os profissionais para essas atividades, possibilidade em melhoria de execução e otimizar o trabalho visando exercer com segurança e qualidade no trabalho.

## REFERÊNCIAS

Acires Dias. Confiabilidade na manutenção industrial: Total Productive Maintenance. **o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal**, santa catarina, v. 1, n. 1, p. 1-20, mai./1999.

MONTEIRO, Dionne Cavalcante. Controle de Posição Através de Algoritmos Genéticos e Redes Neurais Artificiais: Planejamento e Rastreamento de Trajetórias. **Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação**, campinas, v. 1, n. 1, p. 1-129, out./2003.

ROBOTICA, Tiesse Sul. **KAWASAKI ROBOTICS: INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MÁQUINAS**. 2. ed. CAXIAS DO SUL: KAWASAKI, 2005. p. 1-9.

ROBOTICA, Tiesse Sul. **KAWASAKI ROBOTICS: INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MÁQUINAS**. 2. ed. CAXIAS DO SUL: KAWASAKI, 2006. p. 1-15.

# E-TEC Revista de Tecnologia e Ciência

VOLUME 3

2023



[WWW.UNISENAIPR.COM.BR](http://WWW.UNISENAIPR.COM.BR)

