

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR EM
TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

VILMAR WEBER

**PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA MANUTENÇÃO
DE MOTORREDUTORES DE ROSCAS DE TRANSPORTE
HELICOIDAL**

MEDIANEIRA

2016

VILMAR WEBER

**PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA MANUTENÇÃO
DE MOTORREDUTORES DE ROSCAS DE TRANSPORTE
HELICOIDAL**

Trabalho apresentado como requisito para execução do Trabalho de Conclusão de Curso à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira.

Orientador: Prof. Msc YURI FERRUZZI

MEDIANEIRA

2016



TERMO DE APROVAÇÃO

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA MANUTENÇÃO DE MOTORREDUTORES DE ROSCAS DE TRANSPORTE HELICOIDAL

Por:

VILMAR WEBER

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 14:00 h do dia 24 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. Os acadêmicos foram argüidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

Prof. Me. Anderson Miguel Lenz
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Ivair Marchetti ()
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Paulo Job Brenneisen
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

RESUMO

WEBER, Vilmar. **Procedimento operacional para manutenção de motorreductores de roscas de transporte helicoidal**, 2016, 80 f. Trabalho de conclusão de curso superior de Tecnólogo Em Manutenção Industrial (Universidade Tecnológica Federal Do Paraná) Medianeira Paraná.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um procedimento de manutenção de motorreductor, muito usado na indústria em rosca de transporte helicoidal. O procedimento de manutenção busca a diminuição de falhas através de integração das técnicas de manutenção preventiva, preditivas e corretivas. Todo sistema mecânico esta sujeito a falhas por falta de manutenção correta e este trabalho busca expor técnicas de desmontagem, montagem, inspeções e lubrificação de motorreductores a fim de instruir o executante da tarefa de manutenção, assim, diminuir o numero de quebras do equipamento.

Palavra chave: Manutenção, Motorreductores, Lubrificação.

ABSTRACT

WEBER, Vilmar. **Operating Procedure for maintenance of transport thread helical geared motor**, 2016, 80 f. upper course conclusion work of Technologist In Industrial maintenance (Federal Technological University of Paraná) Medianeira-Paraná.

This work aims to present a maintenance procedure of gearmotor, widely used in the industry in helical transport screw. The maintenance procedure seeks reduction of failures through integrating the techniques of preventive maintenance, predictive and corrective maintenance. All mechanical system this prone to failure due to lack of proper maintenance and this work seeks to expose disassembly techniques, Assembly, inspection and lubrication of geared motors in order to instruct the performer of the task of maintenance, thus decreasing the number of equipment breakage.

Keyword: maintenance, geared motors, lubrication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Quadro de aviso alertando para o uso de EPI	5
Figura 2 Transporte helicoidal	7
Figura 3- Detalhe do posicionamento do transportador helicoidal.....	8
Figura 4 Termógrafo marca FLIR, medido a temperatura de trabalho do motorreductor.....	13
Figura 5 Indicação da classe de temperatura na placa de identificação do motor	15
Figura 6 Intervalos de substituição de óleo para redutores padrão em condições ambientais normais.	18
Figura 7 Alguns tipos de vedantes encontrados nos redutores da SEW.....	20
Figura 8 Descritivo das partes de uma engrenagem.....	21
Figura 9 Descritivo da coroa e do pinhão, dentes retos.	21
Figura 10 Combinação perfeita de engrenagens com rosca sem fim.	22
Figura 11 Tipos básicos de rolamentos, com esferas (á esquerda) e com rolos (á direita)	23
Figura 12 Falha por quebra ou fadiga do material.....	24
Figura 13 Eixo quebrado por fadiga	25
Figura 14 Carcaça do reductor quebrado por fadiga.....	25
Figura 15 Engrenagem dividida por sobrecarga.....	26
Figura 16 Quebra por travamento do conjugado.....	26
Figura 17 Lascamento dos dentes	27
Figura 18 Falha no anel externo de rolamento de esferas	27
Figura 19 Dano por infiltração de agua na caixa de ligação do motor.....	28
Figura 20 Dano por rotor do motor bloqueado	28
Figura 21 Curtos entre as bobinas de um motor	29
Figura 22 Dano por curto nas bobinas e cabos do motor.....	29
Figura 23 Dano por falta de fase na alimentação do motor.....	30
Figura 24 Tampa da ventoinha esta totalmente obstruída por sujeira.....	32
Figura 25 Indicação local verificação do nível do óleo.	33
Figura 26 Indicação local usado para completar o óleo.	34
Figura 27 Exemplo de como utilizar o megometro.	34
Figura 28 Retirando tampa de proteção da corrente e engrenagens.....	37
Figura 29 Retirando trava da corrente.....	37
Figura 30 Retirando engrenagem do eixo do reductor.....	38
Figura 31 Motorreductor após limpeza do mesmo.....	39
Figura 32 Retirando parafuso da tampa do reductor.....	39
Figura 33 Retirando parafuso de dreno da caixa redutora.	40
Figura 34 Retirando parafusos que une o motor e a caixa redutora.	40
Figura 35 Separando o motor da caixa redutora.	41

Figura 36 Coroa de acoplamento entre motor e redutor.	41
Figura 37 Retirando a tampa do redutor.	42
Figura 38 Retirando trava do eixo maior.	42
Figura 39 Retirando o retentor com a chave de fenda.	43
Figura 40 Retirando a trava do outra ponta do eixo maior.	43
Figura 41 Utilizando o tarugo de cobre para remover eixo.....	44
Figura 42 Removendo o eixo maior.	44
Figura 43 Retirando engrenagem da caixa.	45
Figura 44 Retirando rolamento da caixa.	45
Figura 45 Removendo o tampão de vedação.....	46
Figura 46 Removendo trava do eixo menor com alicate.	46
Figura 47 Utilizando uma chave de fenda para remover o anel.	47
Figura 48 Utilizando um tarugo de cobre para remover eixo menor.....	47
Figura 49 Caixa redutora totalmente vazia.....	48
Figura 50 Retirando trava da coroa do motor.....	48
Figura 51 Utilizando sacador para remover engrenagem.	49
Figura 52 Indicação do local dos parafusos da proteção da ventoinha.....	49
Figura 53 Utilizando duas chaves de fenda para remover ventoinha do motor.....	50
Figura 54 Retirando tampa traseira da carcaça do motor.	50
Figura 55 Utilizando sacador para remover rolamentos.....	51
Figura 56 Kit de montagem de rolamentos.	52
Figura 57 Utilizando o kit de montagem de rolamentos.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Limites orientados da resistência de isolamento em máquinas elétricas ...	11
Tabela 3 Classes de isolamento e seus respectivos limites de temperatura	14
Tabela 4 Períodos de inspeções e troca de óleo lubrificante	18
Tabela 5 Principais causas de vazamentos em motorreductores	19

LISTA DE FICHÁRIOS

Fichário 01 Motorreductor	65
Fichário 02 Procedimento padrão operacional	66
Fichário 03 POP Manutenção Corretiva	67
Fichário 04 POP Revisão motorreductor.....	68
Fichário 05 POP Teste de isolamento do estator do motor	69
Fichário 06 POP Revisão Motorreductor Revisão Motor Elétrico.....	70
Fichário 07 POP Manutenção Preditiva Motorreductor	71
Fichário 08 POP Coleta de dados	72
Fichário 09 POP Análise de Vibração	73
Fichário 10 Análise de vibração	74
Fichário 11 Análise termográfica	75

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EPC	Equipamentos De Proteção Coletivo
EPI	Equipamentos De Proteção Individuais
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
POP	Procedimento Operacional Padrão
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal Do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	2
2.1.0 GESTÃO DE MANUTENÇÃO	2
2.1.1 Procedimento Operacional Padrão	2
2.1.2 Estratégica Da Manutenção	3
2.1.3 Conceitos De Falha	4
2.1.4 Ordem De Serviço	4
2.2. INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA	4
2.2.1 Equipamentos de Proteção	5
2.2.2 Análise Preliminar De Risco (APR)	6
2.2.3 Conceito Ergonomia	6
2.3 CONCEITO DE REDUTOR DE VELOCIDADE	7
2.4 CONCEITO ROSCAS DE TRANSPORTE HELICOIDAL	7
2.5 CONCEITO MANUTENÇÃO	8
2.5.1 Tipos De Manutenção	9
2.5.2 A importância Da Manutenção	10
2.5.3 Manutenção Preventiva Moto Redutores	10
2.5.3.1 Medições de resistência do isolamento de motores	10
2.5.4 Manutenção Preditiva	12
2.5.4.1 Análise De Vibração Mecânica	12
2.5.4.2 Análise térmica	13
2.5.5 Manutenção Corretiva	15
2.6 CONCEITOS E OBJETIVOS DA LUBRIFICAÇÃO	16
2.6.1 Períodos De Inspeções E Troca Do Óleo Do Redutor	17
2.6.2 Causas De Vazamento De Óleo Lubrificante	19
2.6.3 Sistema De Vedação	19
2.7 CONCEITO DE ENGRENAGENS	20
2.8 CONCEITO DE ROLAMENTOS	22
2.8.1 Manuseio Adequado Dos Rolamentos	23
2.9 PRINCIPAIS FALHAS EM MOTORREDUTORES	23

3 DESENVOLVIMENTO	31
3.1 INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA	31
3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	31
3.2.1 Inspeções visuais	32
3.2.2 Procedimento de inspeção do óleo lubrificante	32
3.2.4 Teste de isolamento do estator do motor	34
3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA	35
3.3.1 Análise De Vibração	35
3.3.2 Análise Térmica.....	36
3.4 MANUTENÇÃO CORRETIVA	36
3.4.1 Retirada do motorreductor do local	36
3.4.2 Desmontagem Do Redutor	38
3.4.3 Desmontagem do motor	48
3.4.4 Procedimento De Montagem.....	51
3.4.5 Instalação do motorreductor.....	52
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	54
4.1 FICHÁRIOS DOS MOTORREDUTORES	54
4.2 FICHÁRIOS DE PROCEDIMENTOS	55
4.3 Relatórios de análises	63
5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	65
ANEXO A -Sequência correta de aperto das tampas dos redutores.....	68
ANEXO B Estrutura geral do reductor.....	81

1 INTRODUÇÃO

Por falta de padronização dos procedimentos da manutenção muitas vezes ocorre falha na realização das tarefas de manutenção ocasionando paradas para ações corretivas não planejadas nos motorreduzores. Como as roscas transportadoras faz parte do processo na produção da fabrica de farinha ou óleo há prejuízos com o tempo que o equipamento esta em manutenção. Com a realização deste procedimento de manutenção o executante da tarefa terá como referencia este material.

Com a necessidade de se melhorar o desempenho de manutenção, procura-se com esse trabalho criar subsídios para a elaboração de um procedimento operacional padrão de manutenção em motorreduzores, e assim diminuir o numero de quebras destes equipamentos. Com a elaboração desse procedimento operacional padrão (POP), visa-se desenvolver um banco de dados técnico dos motorreduzores e também o registro das manutenções realizadas, para desta forma, poder criar índices de confiabilidade dos motorreduzores das roscas helicoidais transportadoras de uma fabrica de farinhas e óleo de derivados de frango.

Esse trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um procedimento operacional padrão (POP), elaborando para a manutenção de motorreduzores, bem como, fichários para registros de dados e das manutenções realizadas, e também demonstrar com exemplos os tipos de manutenção a serem realizadas nos motorreduzores.

Os objetivos específicos são descritos nos itens:

- a) Identificar os parâmetros de segurança necessários para manutenção de motorreduzores;
- b) Elaborar uma ficha para identificação e registro dos dados dos motorreduzores;
- c) Elaborar uma ficha para registro de manutenções realizadas;
- d) Preparar a proposta de um procedimento operacional padrão para manutenção de motorreduzores;
- e) Exemplificar os tipos de manutenção realizada nos motorreduzores;

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

A manutenção Industrial possui uma significativa importância nos processos de produção, para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR5462), a manutenção é focada na combinação tanto das ações técnicas como as administrativas, visando manter em disponibilidade e funcionamento os equipamentos e as instalações deste modo, atendendo a confiabilidade da produção, com custos adequados e com o menor tempo possível de máquina parada.

2.1.0 GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Com a gestão da manutenção, a consciência das empresas começou-se a mudar, observando que a manutenção não se baseia em apenas custos, mas que com o uso de algumas estratégias seria possível minimizar os impactos dos gastos, que refletem diretamente nos resultados da produção.

Segundo Branco Filho (2008). A finalidade da gestão da manutenção de uma empresa é definir metas e objetivos, através de normas de procedimentos de trabalho para que se obtenha um melhor aproveitamento de pessoal, das máquinas e dos materiais em uma organização.

2.1.1 Procedimento Operacional Padrão

Os procedimentos operacionais padrão (POP) são instruções detalhadas descritas para alcançar um padrão na execução de tarefas, deve conter todo planejamento, sequências e frequências de ações a serem tomadas, a lista de ferramentas, o responsável pela execução, a lista de equipamentos, as informações de segurança, garantindo assim, mediante uma padronização, os resultados esperados por cada tarefa executada (Colenghi, 1997).

Reforçado por Branco Filho (2008) por as instruções de manutenção do tipo (POP) são formadas por documentos que servem para indicar ao executante das

tarefas de manutenção como fazer corretamente a atividade determinada na ordem de serviço, sendo que no POP estão os documentos onde são registrados e descritos os passos que devem ser seguidos por um profissional durante o cumprimento das tarefas que devem ser executadas para correta manutenção de um equipamento, ou seja, a indicação sequencial dos passos a serem executados.

Segundo Colenghi (1997), o POP não deve ser simplesmente copiado, mas sim, deve ser resultado de uma análise profunda da tarefa a que se destina, e então adaptado a ela. Os seguintes itens se destacam na composição do POP:

1. Indicar o responsável pela execução do procedimento, bem como, a listagem dos equipamentos;
2. Especificar as peças e os materiais que devem ser utilizados na realização da tarefa;
3. Apresentar uma descrição dos procedimentos das atividades críticas, de operação e de pontos proibidos de cada tarefa, ou seja, deve compor os procedimentos de segurança, necessário para a execução da tarefa;
4. Conter um roteiro ou fluxograma de inspeção periódicas dos equipamentos do processo de produção;

Baseando em CAMIS (2016), os parâmetros para a execução de um POP visam facilitar a gestão dos equipamentos e dos procedimentos de manutenção preventiva, tendo como referência os passos:

Passo 1: Verificar se existente o registro do equipamento, e se está atualizado;

Passo 2: Verificar se existente plano de manutenção para o equipamento, se está atualizado, e se há agendamento de manutenção atualizado;

Passo 3: Se há ordem de serviço programada para a execução do plano de manutenção;

Passo 4: Se os procedimentos de segurança estão de acordo com a manutenção programada.

Passo 5: Realizar o trabalho;

2.1.2 Estratégica Da Manutenção

Segundo Kardec e Nascif, (2001), para que uma manutenção seja considerada estratégica deve estar voltada para alcançar o melhor alinhamento das políticas corporativas e das prioridades estratégicas da organização. É necessário ter como objetivo ser mais eficaz, ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou a instalação tão rápido quanto possível, mas também, manter a disponibilidade do equipamento para operação, reduzindo probabilidade de uma parada de produção não planejada.

2.1.3 Conceitos De Falha

Cada equipamento ou sistema tem sua função definida na instalação e deve apresentar um padrão de desempenho tal como foi projetado. A falha de um equipamento é definida como a cessação da função requerida de um item ou a capacidade de satisfazer um padrão de desempenho definido. (KARDEC E NASCIF, 2001).

2.1.4 Ordem De Serviço

A ordem de serviço para equipes de manutenção é um meio de comunicação onde deve se descrever as tarefas que deveram ser executadas, sejam elas oriundas de programas de manutenção preventiva ou de solicitações de usuários para manutenções corretivas ou modificações (BRANCO FILHO, 2008).

Quando da necessidade de procedimentos de manutenção e reparação, o encarregado responsável será notificado pelas equipes de trabalho, que então, irá emitir um "pedido" para a execução do procedimento. O pedido de ordem de serviço deve ser revisado, e se aprovado, é emitido, impresso e encaminhado.

2.2. INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA

Os cuidados com os procedimentos de segurança durante a manutenção de máquinas e equipamentos podem contribuir para a ocorrência de acidentes com consequências prejudiciais. A falta de manutenção ou uma manutenção inadequada também podem causar situações de perigo, acidentes e problemas de saúde (EU-OSHA 2010).

2.2.1 Equipamentos de Proteção

Segundo Brasil (2015), os equipamentos de proteção individual (EPI) são todos os dispositivos ou produtos, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção contra riscos de ameaça a sua segurança e a sua saúde.

Os equipamentos de proteção coletiva (EPC) são dispositivos usados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos inerentes aos processos, tais com o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a proteção de partes móveis das máquinas e equipamentos, a sinalização de segurança, dentre outros.

Os tipos de EPIs utilizados podem variar de acordo com a função exercida e setor de trabalho, na figura 01 demonstra a normativa do setor de trabalho, onde exige a obrigatoriedade do uso dos EPIs.



Figura 01 Quadro de aviso alertando para o uso de EPI.
Fonte: Autor

2.2.2 Análise Preliminar De Risco (APR)

A análise preliminar de riscos (APR) trata-se de uma técnica de avaliação de riscos envolvidos na realização de um determinado trabalho, assim como, as medidas de controle de risco envolvidas, atendendo os dispostos na NR12 que pede uma análise de riscos seja feita na avaliação dos procedimentos de trabalho com máquinas e equipamentos, visando o controle de risco (BRASIL, 2016).

Entre os principais objetivos da análise preliminar de risco, pode-se destacar:

- a) Identificar os riscos;
- b) Orientar os colaboradores dos riscos existentes em suas atividades no trabalho;
- c) Organizar a execução da atividade;
- d) Estabelecer procedimentos seguros;
- e) Prevenção dos acidentes de trabalho;
- f) Trabalhar de maneira planejada e segura;
- g) Sensibilizar e instruir os trabalhadores sobre riscos envolvidos na execução do trabalho;
- h) Criar medidas de controle de risco se necessário.

2.2.3 Conceito Ergonomia

A ergonomia consiste no conjunto de disciplinas que estuda a organização do trabalho no qual existem interações entre seres humanos e máquinas.

A Norma Regulamentadora NR17 visa a estabelecer parâmetros que permitam à adaptação das condições de trabalho as características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2015).

2.3 CONCEITO DE REDUTOR DE VELOCIDADE

Um redutor de velocidade é um equipamento mecânico que tem como função principal a redução da rotação de um motor ou dispositivo, é composto por um conjunto de coroa e parafuso com rosca sem fim ou de engrenagens, o conjunto é montado em uma estrutura com um sistema de lubrificação (TELECURSO, 2000).

Conforme Araújo (2011) os redutores são equipamentos destinados a reduzir velocidade, transmitir movimentos e multiplicar torque. São compostos por uma carcaça soldada ou fundida, eixos, engrenagens, pinhões, rolamentos e retentores. A relação de transmissão permite que o movimento de rotação seja transmitido através das engrenagens, sendo esta relação o principal parâmetro para se iniciar a especificação de um redutor (NAMIHIRA, 2014).

2.4 CONCEITO ROSCAS DE TRANSPORTE HELICOIDAL

O transportador helicoidal figura 02 é composto usualmente de uma longa hélice, com eixo montado sobre mancais e dentro de uma calha em forma de “U” OU tubular. (METALÚRGICA BRECKER, 2016). Quando a helicoides gira, o material move-se para frente na parte inferior desta, e é descarregado por intermédio de aberturas no fundo da calha, ou no seu fim.

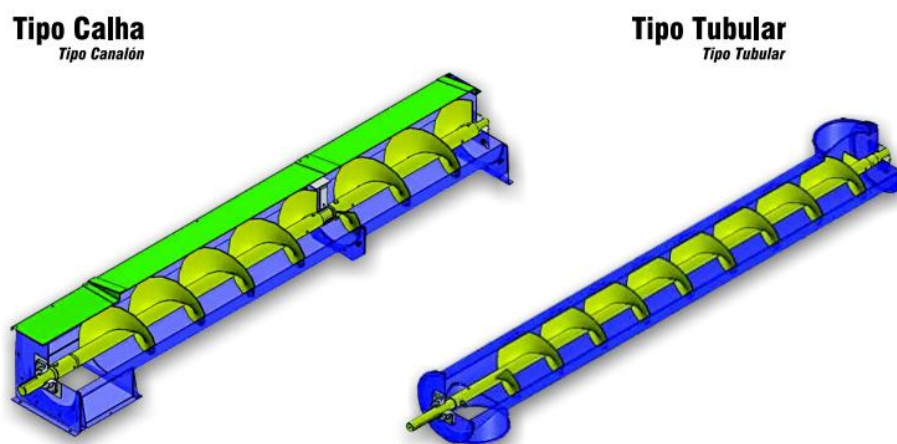


Figura 01 Transporte helicoidal
Fonte: Catálogo fabricante metalúrgica Brecker, Gravataí RS.

A figura 03 mostra o posicionamento da transportadora no local de trabalho, permitido o deslocamento de material de um ponto inferior para um ponto superior.



Figura 03- Detalhe do posicionamento do transportador helicoidal
Fonte: Autor

2.5 CONCEITO MANUTENÇÃO

A manutenção pode ser compreendida como sendo um conjunto de ações e cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanentes de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem conservação e adequação a restauração e substituição e a prevenção

A definição técnica de manutenção segundo Dos Santos (2013) visa manter em perfeito estado de conservação e funcionamento: equipamentos, acessórios e tudo o que este ligado ao setor fabril de uma indústria. Garantindo desta forma a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado. (KARDEC e NASCIF, 2001).

2.5.1 Tipos De Manutenção

Os seguintes termos permitem o melhor entendimento das definições de manutenção de acordo com (FILHO, 2004):

- a) **Defeito**, “é a alteração das condições de um item, máquina, sistema operacional, de importância suficiente para que sua função normal, ou razoável previsível, não seja satisfatória. Um defeito não torna a máquina indisponível, não é uma falha e a consequente indisponibilidade com perda da função”.
- b) **Falha**, “é a perda da capacidade de um item para realizar sua função específica”. Pode equivaler ao termo avaria. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, onde o item deverá sofrer manutenção ou ser substituído. A falha leva o item ao estado de indisponibilidade.
- c) **Função**, “é a finalidade para a qual um dispositivo, um equipamento, um sistema ou uma instalação foi desenhado ou projetado ou montado”. Conjunto de atributos que, juntos com padrões de desempenho definidos pelos componentes, pelos equipamentos, ou módulos ou sistema, conforme o projeto da instalação.

Segundo, Kardec e Nascif (2001) os principais tipos de manutenção são definidos por:

- a) Manutenção Corretiva não planejada; Trata-se da manutenção corretiva realizada em caráter de emergência, em uma máquina ou equipamento, por falha ou quebra.
- b) Manutenção Corretiva Planejada; Toda manutenção corretiva, onde após a realização da manutenção preventiva e preditiva houve o planejamento da ação.
- c) Manutenção Preventiva; Ação de controle e monitoramento com o objetivo de reduzir impedir a falha ou quebra do equipamento.

- d) Manutenção Preditiva; Dedicar-se a analisar as condições reais do equipamento, com base de dados do funcionamento, como desgastes ou processo de degradação.
- e) Engenharia de Manutenção; A aplicação de conceitos na otimização dos equipamentos, dos processos e dos orçamentos.

2.5.2 A importância Da Manutenção

Com os mercados mais globalizados, iniciou-se a competição por espaço nos comércios, exigindo muito do setor industrial, fazendo com que a produção tivesse que produzir com baixo custo e com boa qualidade, com isso, a manutenção teve que se adaptar com essa mudança, cumprindo com sua missão, que é manter os equipamentos aptos a realizar suas funções com o mínimo de falhas, para não interferir na produção.

Neste contexto, a manutenção está assumindo um papel de primeira grandeza. Além de manter em boas condições de utilização o parque produtivo, ela também pode racionalizá-lo, aperfeiçoá-lo e atualizá-lo com novas tecnologias (NEPOMUCENO, 1989).

2.5.3 Manutenção Preventiva Moto Redutores

A manutenção preventiva atua de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo, (KARDEC e NASCIF, 2001).

Com o tempo de utilização, os motorredutores ficam propensos a falhas, por conta dos desgastes sofridos ao longo do tempo e por se tratarem de equipamentos extremamente importantes para o setor industrial há a necessidade de se prolongar a vida útil destes equipamentos,

2.5.3.1 Medições de resistência do isolamento de motores

A medição da resistência do isolamento de um motor permite saber se suas bobinas estão bem conservadas ou precisam de manutenção, com o monitoramento dessas medidas pode-se solucionar problemas ou prevenir futuras paradas do equipamento, limites de isolamento tabela 01.

Tabela 1 Limites orientados da resistência de isolamento em máquinas elétricas

Valor da resistência do isolamento	Avaliação do isolamento
2MΩ ou menor	Ruim
<50MΩ	Perigoso
50...100MΩ	Regular
100...500MΩ	Bom
500...1000MΩ	Muito Bom
>1000MΩ	Ótimo

Fonte: Adaptado manual técnico motores WEG.

Segundo a norma NBR-5383-1 (ABNT, 2002), os fatores que afetam a resistência de isolamento são:

- a) Estado da superfície, onde a superfície pode conter materiais estranhos, tal como, pó de carvão depositado na superfície da isolação, podendo reduzir a resistência do isolamento.
- b) Umidade, se a temperatura do enrolamento estiver no ponto de orvalho do ar ambiente ou abaixo, também reduz a resistência de isolação.
- c) Temperatura, a resistência de isolamento da maioria dos materiais varia inversamente com a temperatura.
- d) Magnitude da tensão contínua de ensaio, as medições de resistência geralmente feitas com tensões contínuas de 500V a 5000V , essas tensões são ideais para as medições de resistência de isolamento de motores, com baixa tolerância de erros.
- e) Carga residual no enrolamento, os enrolamentos deveram ser descarregados antes das medições na carcaça aterrada.

- f) Duração da aplicação da tensão contínua de ensaio, a resistência de isolamento aumenta normalmente com a duração de aplicação da tensão contínua de ensaio.

2.5.4 Manutenção Preditiva

Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos. Com a posse de histórico das informações dos equipamentos pode-se acompanhar o desenvolvimento das falhas antecipando a detecção de possíveis falhas que podem ocorrer, evitando manutenções corretivas não planejadas.

Atualmente, existem muitas técnicas de manutenção preditivas que podem ser aplicadas na manutenção dos redutores, mas, para que não haja desperdício de recursos econômicos e humanos, deve-se avaliar o custo benefício da utilização de certas técnicas.

As técnicas mais usadas atualmente nas indústrias são a análise de vibração, análise térmica e onde as mesmas podem acompanhar a evolução da falha do equipamento mesmo em pleno funcionamento sem necessidade de parada.

Os pontos de inspeções desses métodos são as partes que mais entram em atrito como, por exemplo, rolamentos, que podem sofrer aquecimento por excesso ou falta de lubrificante, também componentes elétricos como estator do motor e conexões de cabos do motor.

2.5.4.1 Análise De Vibração Mecânica

Todas as máquinas em funcionamento produzem vibrações que, aos poucos, levam a um processo de degeneração. Essa degeneração é caracterizada por uma alteração da distribuição de energia vibratória pelo conjunto dos elementos que constituem a máquina (TELECURSO, 2000).

Os pontos de inspeções desses métodos são as partes que mais entram em atrito como, por exemplo, rolamentos, que podem sofrer aquecimento por excesso ou falta de

lubrificante, também componentes elétricos como estator do motor e conexões de cabos do motor.

Segundo Telecurso (2000) a vibração da máquina normalmente ocorre pelos principais anomalias citadas a seguir:

- a) Rolamentos deteriorados;
- b) Folga excessiva;
- c) Engrenagens defeituosas;
- d) Acoplamentos desalinhados;
- e) Eixos deformados;
- f) Rotores desbalanceados;

2.5.4.2 Análise térmica

A análise termográfica, assim com a análise de vibração tornou-se mais comum nas indústrias na monitoração de máquinas. Os aparelhos termográficos são mais sofisticados e acessíveis fornecendo confiabilidade nas análises de temperatura dos componentes em pleno funcionamento. A figura 04 mostra a inspeção com um aparelho termográfico.



Figura 04 Termógrafo marca FLIR, medido a temperatura de trabalho do motorreductor
Fonte: Autor

A medição de temperatura através da termografia e uma verificação rápida, que pode ser aplicada também motores elétricos, onde deve ser executada desde aquisição do equipamento e sua vida útil, acompanhando seu estado.

A temperatura máxima admissível de trabalho para um motorreductor em funcionamento a plena carga é em torno de 60^oC acima da temperatura ambiente, podendo alcançar no máximo 95^o C. Esta temperatura é interna (lubrificante, rosca sem fim e coroa) sendo a temperatura externa é de aproximadamente 15^o c menor que temperatura interna, (Manual de fabricante de redutores GEREMIA).

O limite de temperatura depende do tipo de material empregado. Para fins de normalização, os materiais isolantes e os sistemas de isolamento são agrupados em classes de isolamento, cada qual definida pelo respectivo limite de temperatura, ou seja, pela maior temperatura que o material ou o sistema de isolamento pode suportar continuamente sem que seja afetada sua vida útil.

As classes de isolamento utilizadas em máquinas elétricas e os respectivos limites de temperatura conforme NBR 17094 (ABNT, 2013) e IEC 60034-1 (IS, 2004), como mostra a tabela 02 a seguir:

Tabela 2 Classes de isolamento e seus respectivos limites de temperatura

CLASSES E LIMITES DE TEMPERATURAS	
Classe A	105 ^o C
Classe E	120 ^o C
Classe B	130 ^o C
Classe F	155 ^o C
Classe H	180 ^o C

Fonte: Adaptada da ABNT 17094 e IEC 60034-1

Nos equipamentos elétricos, normalmente a indicação da classe de temperatura se encontra nas placas de identificação dos equipamentos, como mostra na figura 05, onde a classe de isolação é indicada com a letra F.



Figura 05 Indicação da classe de temperatura na placa de identificação.
Fonte; Autor.

A medição de temperatura através da termografia permite uma verificação rápida, podendo ser aplicada também em motores.

A inspeção pode fornecer a que temperatura equipamentos mecânicos e elétricos que estão operando, podendo desta forma fornecer no momento da medida, se condições de operação esta dentro do desejado ou se uma possível manutenção deve ser programada.

2.5.5 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a ação de atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado. A manutenção corretiva se divide em duas classes (KARDEC e NASCIF, 2001):

- a) Manutenção Corretiva não planejada; Trata-se da manutenção corretiva realizada em caráter de emergência, em uma máquina ou equipamento, por falha ou quebra.
- b) Manutenção Corretiva Planejada; Toda manutenção corretiva, onde após a realização da manutenção preventiva e preditiva houve o planejamento da ação.

2.5.5.1 Manutenção corretiva em motorreduzores

Segundo Telecurso (2000) além dos cuidados com rolamentos, eixos, eixos árvore e outros elementos específicos, a manutenção de redutores exige os seguintes cuidados:

- a) Alinhamento e nivelamento adequados;
- b) Lubrificação;
- c) Inspeções periódicas;
- d) Verificação dos elementos sujeita a atrito;
- e) Verificação dos elementos de ligação em geral;

Principais cuidados na manutenção de redutores de velocidade especialmente os de engrenagens, são os seguintes:

- a) Na desmontagem, iniciar pelo eixo de alta rotação e terminar pelo de baixa rotação. Na substituição de eixo e pinhão, considerar ambos como uma unidade, isto é, se um ou outro estiver gasto, substituir ambos.
- b) Coroas e pinhões cônicos são lapidados aos pares e devem ser substituídos aos pares, nas mesmas condições. Os fabricantes marcam os conjuntos aos pares e, geralmente, indicam suas posições de colocação que devem ser respeitadas.
- c) Medir a folga entre os dentes para que esteja de acordo com as especificações.
- d) Proteger os lábios dos retentores dos cantos agudos dos rasgos de chaveta por meio de papel envolvido no eixo. Não dilatar os lábios dos retentores mais que 0,8 mm no diâmetro.

2.6 CONCEITOS E OBJETIVOS DA LUBRIFICAÇÃO

A lubrificação é uma operação que consiste em introduzir uma substância apropriada entre superfícies sólidas que estejam em contato entre si e que executam movimentos relativos. Essa substância apropriada normalmente é um óleo ou graxa que impede o contato entre as superfícies sólidas. Além dessa redução do atrito,

outros objetivos são alcançados com a lubrificação se a substância for selecionada corretamente (TELECURSO, 2000).

Os principais objetivos da lubrificação se destacam em:

- a) Menor dissipação de energia na forma de calor;
- b) Redução de temperatura, pois o lubrificante também refrigera;
- c) Redução da corrosão;
- d) Redução de vibrações e ruídos;
- e) Redução de desgaste;

Os componentes internos dos redutores que mais danificam são os rolamentos, retentores e dentes de engrenagens. Em condições normais, estes danos ocorrem por desgaste devido ao atrito, que é amenizado através do emprego dos óleos lubrificantes adequados a cada necessidade.

Lubrificar significa diminuir o atrito entre as superfícies em contato. Para que isto ocorra é necessária uma substância que forma uma película protetora entre as partes, como, esferas e a pista do rolamento, (DOS SANTOS, 2013).

2.6.1 Períodos de Inspeções e Troca do Óleo do Redutor

O período da realização da inspeção do óleo é baseado nas instruções do fabricante do motorreductor, onde se avalia as condições de trabalho do equipamento, quando o equipamento trabalha em execuções especiais ou de condições ambientais difíceis e agressivas, deve-se substituir o óleo com maior frequência, para mantê-lo com suas características normais. Como demonstra na figura 06 a relação entre horas e a temperatura de trabalho.

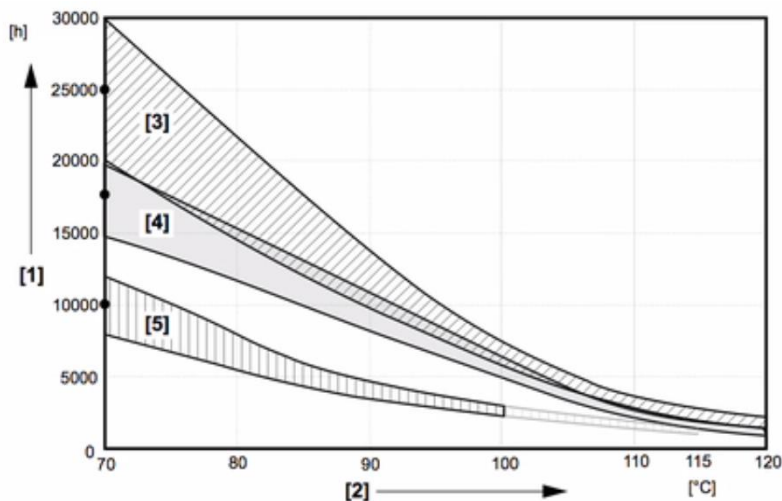


Figura 06 Intervalos de substituição de óleo para redutores padrão em condições ambientais normais.

Fonte: Manual técnico redutores SEW pg. 24.

Com base nas informações do fabricante, elaborou-se a tabela 03 para realização da inspeção e troca do lubrificante.

Tabela 3 Períodos de inspeções e troca de óleo lubrificante

PERÍODOS DE INSPEÇÕES E TROCA DE OLEO LUBRIFICANTE	
FREQUENCIA	TAREFA
Cada 3000 horas máquina ou Pelo menos de 6 em 6 meses	Verificar nível do óleo
Dependendo das instruções de utilização Demonstrado na figura 06 pelo menos de 3 em 3 meses	Substituir óleo mineral
Dependendo das condições de utilização Demonstrado na figura 06 pelo menos de 5 meses	Substituir óleo sintético

Fonte: Adaptado Manual técnico redutores SEW.

2.6.2 Causas de Vazamento de Óleo Lubrificante

As causas de vazamento de óleo lubrificante em motorreduzores ocorrem por: carcaça trincada, pelo problema no respiro, tampa com junta danificada ou parafusos mal apertados e a causa mais comum e pelos retentores. A tabela 05 cita alguns motivos de vazamentos nos retentores de vedação e um exemplo de vazamento.

Tabela 2 Principais causas de vazamentos em motorreduzores

PRINCIPAIS CAUSAS DE VAZAMENTOS EM MOTORREDUTORES	
Retentor com lábio cortado ou com arrancamento de material	Armazenagem descuidada, má preparação do eixo, falha na limpeza, falta de proteção do lábio na montagem.
Retentor com lábio desgastado excessivamente e uniforme	Superfície do eixo mal-acabada, falta de pré-lubrificação antes da montagem, uso de lubrificante não recomendado.
Retentor com lábio desgastado excessivamente em alguma parte do perímetro	Montagem desalinhada ou excêntrica, uso de ferramenta inadequada na montagem.
Eixo apresenta desgaste excessivo na pista de trabalho do lábio do retentor	Presença de partículas abrasivas, dureza do eixo abaixo do recomendado.
Eixo apresenta-se com marcas de oxidação na área de trabalho do retentor.	Falta de boa proteção contra oxidação durante armazenagem e manipulação do eixo
Retentor com lábio endurecido e com rachaduras na área de contato com o eixo	Superaquecimento por trabalhos em temperaturas acima dos limites normais, lubrificação, inadequada ou nível baixo.
Retentor apresenta-se com deformações ou distorções no diâmetro, ou apresenta-se inclinado no alojamento.	Diâmetro de alojamento com medidas abaixo do especificado, chanfro de entrada irregular, com rebarbas ou defeitos.

Fonte: Adaptação apostila Telecurso aula 26.

2.6.3 Sistema de Vedação

Os elementos de vedação são peças que impedem a passagem de fluidos de um ambiente para outro e evitam que esse ambiente seja poluído por agentes externos. Na mecânica são elementos destinados a proteger máquinas ou equipamentos contra entrada e a saída de líquidos, gases e sólidos particulados (pó).

Vedação é o processo usado para impedir a passagem, de maneira estática ou dinâmica, de líquidos, gases e sólidos particulados (pó) de um meio para outro.

É importante que o material do vedador seja compatível como produto a ser vedado, para que não corra uma reação química entre eles. Se houver reação química entre o vedador e o produto a ser vedado, poderão ocorrer vazamento e contaminação do produto. Um vazamento, em termos industriais, pode parar uma máquina e causar contaminações do produto que, conseqüentemente deixara de ser comercializado, resultando em prejuízo á empresa (TELECURSO, 2000).

O sistema de vedação que mais é usado em motorreductores são os vedadores de lábio, conhecidos pelo nome de retentor, é composto essencialmente por uma membrana elastomérica em forma de lábio e a parte estrutural metálica semelhante a uma mola que permite sua fixação na posição correta de trabalho.

A função primordial da vedação é reter óleo, graxa e outros produtos que devem ser mantidos no interior de uma máquina ou equipamento. A figura 07 mostra os tipos de vedantes mais usados em motorreductores da marca SEW®.



Figura 2 Alguns tipos de vedantes encontrados nos redutores da SEW
Fonte: Autor

2.7 CONCEITO DE ENGRENAGENS

As engrenagens são dispositivos destinados à transmissão de movimento de rotação e potência. Consiste em um disco de um determinado material, onde com o

auxílio de uma máquina chamada fresadora, abrem-se frisos chamados dentes. (DOS SANTOS, 2013)

Engrenagens são rodas com dentes padronizados que servem para transmitir movimento e força entre dois eixos ou mesmo reduzir rotações entre um eixo a outro, (TELECURSO, 2000).

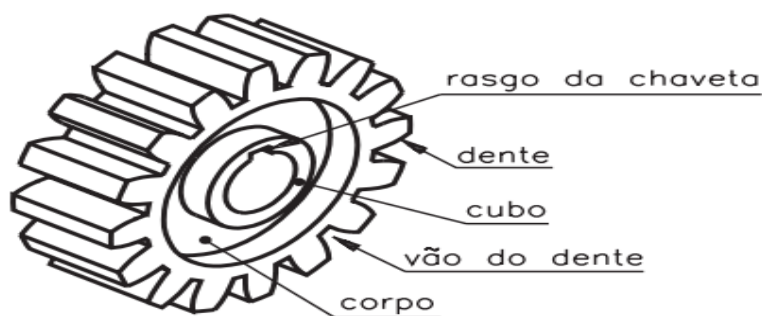


Figura 3 Descritivo das partes de uma engrenagem
Fonte: Apostila Telecurso 2000 aula 26 elementos de transmissão

As engrenagens de um mesmo conjunto podem ter tamanhos diferentes, a maior chama-se de coroa e a menor chama-se de pinhão, conforme figura 09.

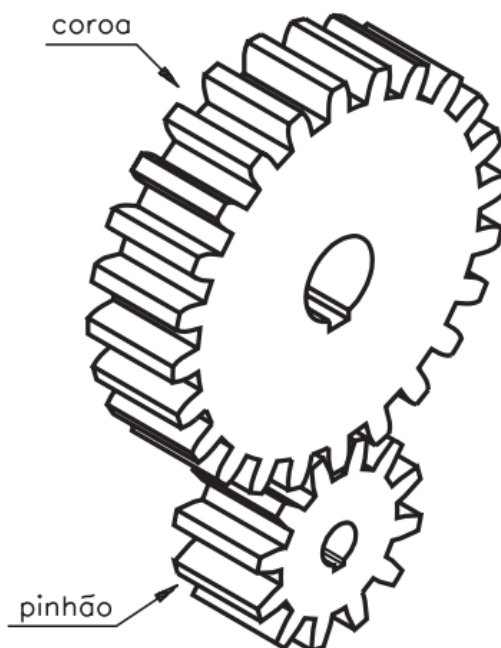


Figura 09 Descritivo da coroa e do pinhão, dentes retos.
Fonte: Apostila Telecurso 2000 aula 26 elementos de transmissão

Na figura 10, a coroa trabalha em conjunto com a engrenagem de rosca sem fim, essa combinação muito utilizada em redutores de velocidade.

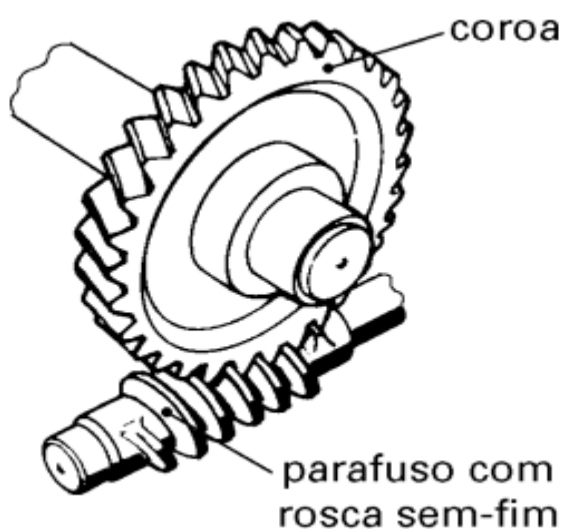


Figura 10 Combinação perfeita de engrenagens com rosca sem fim.
Fonte: Apostila Telecurso 2000 aula 36 engrenagens.

2.8 CONCEITO DE ROLAMENTO

Definidos no mundo da manutenção como dispositivos destinados a suportar cargas dinâmicas e transmitir movimento de rotação. Os rolamentos melhoram a funcionalidade das máquinas e ajudam a economizar energias. Eles também fazem o seu trabalho silenciosamente, em ambientes difíceis, escondidos em máquinas onde não se pode vê-los. No entanto, os rolamentos são cruciais para o funcionamento estável de máquinas e para garantir seu desempenho. (Manual fabricante de rolamentos NSK). A figura 11 mostra os dois tipos básicos de rolamentos mais utilizados que são os rolamento de esferas e rolamentos de rolos, usualmente usados em redutores da marca SEW®.



Figura 4 Tipos básicos de rolamentos, com esferas (á esquerda) e com rolos (á direita)

Fonte: CATALOGO fabricante de rolamentos NSK 2015.

2.8.1 Manuseio Adequado dos Rolamentos

Segundo (MANUAL DO FABRICANTE DE ROLAMENTOS NSK 2015) Os rolamentos por serem componentes mecânicos de alta precisão, requerem cuidados proporcionais para serem manipulados, pois por mais que se utilizem rolamentos de alta qualidade, o desempenho só será satisfatório se for tomadas as seguintes precauções:

- a) Retirar o rolamento da embalagem original somente no momento do uso, manter local de trabalho sempre limpo e assim evitar o contato de poeiras, sujeiras, etc...
- b) Evitar choques pesados durante o manuseio dos rolamentos, evitando escoriações esmagamentos, resultando em falhas nos mesmos.
- c) Utilizar somente ferramentas adequadas, evitando efetuar improvisações.

2.9 PRINCIPAIS FALHAS EM MOTORREDUTORES

Os componentes internos dos redutores que mais danificam são os rolamentos, retentores e dentes de engrenagens. Em condições normais, estes

danos ocorrem por desgaste devido ao atrito, que é amenizado através do emprego dos óleos lubrificantes adequados a cada necessidade.

Geralmente a quebra por fadiga das engrenagens começa ao lado da carga, num ponto de concentração de tensões próximo da base do dente, e termina com quebra total no sentido longitudinal ou diagonal, para cima.

A figura 12 mostra um tipo de falha na engrenagem de um redutor, onde houve falha ou a quebra por fadiga do material (TELECURSO, 2000).



Figura 5 Falha por quebra ou fadiga do material
Fonte: Autor

Características gerais do processo de fadiga é a ruptura de um componente pela propagação de uma fissura gerada pela aplicação de tensões.

Identificada por duas zonas uma lisa e outra rugosa, como mostra a figura 13, onde um motorreductor teve o eixo quebrado por fadiga do material.

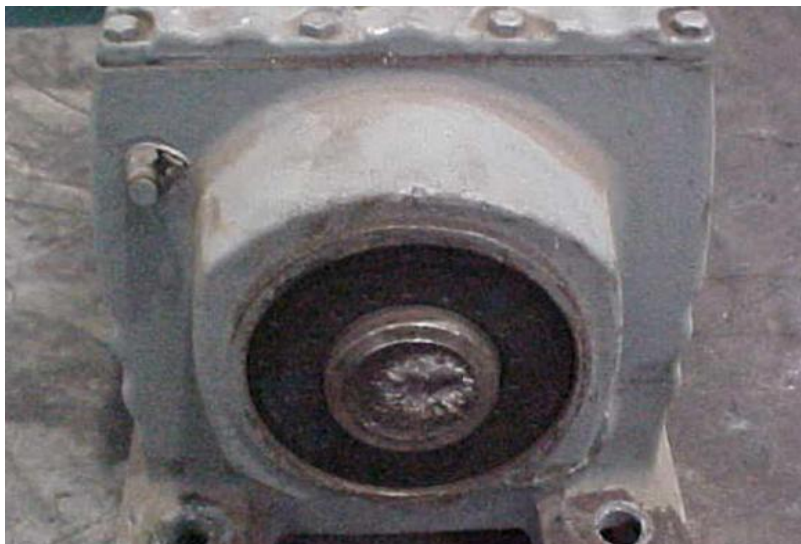


Figura 6 Eixo quebrado por fadiga
Fonte: Manual técnico redutores SEW.

Na figura 14 pode ser ver um motorreductor com a base da carcaça quebrada, por vibração excessiva ou ate mesmo por transporte inadequado.



Figura 7 Carcaça do redutor quebrado por fadiga
Fonte: Manual técnico redutores SEW

As quebras por sobrecarga estática podem ser ocasionadas por choques ou problemas de tratamentos térmicos, também pode ser causada pela penetração de um corpo estranho entra as engrenagens ou pelo desalinhamento devido ao desgaste ou folga excessivas dos mancais. Na figura 15 tem-se o exemplo de uma engrenagem dividida e duas partes devido a sobrecarga.



Figura 8 Engrenagem dividida por sobrecarga
Fonte: Manual técnico redutores SEW

A figura 16 mostra a quebra das engrenagens por travamento do conjugado.



Figura 9 Quebra por travamento do conjugado
Fonte: autor

Segundo Telecurso (2000), no caso de lascamento dos dentes temperados soltam lascas, devido a falhas abaixo da superfície originadas durante o tratamento térmico. A figura 17 mostra um exemplo típico.



Figura 17 Lascamento dos dentes
Fonte: Manual técnico redutores SEW

A figura 18 a seguir mostra o exemplo de uma falha no anel externo de rolamento de esferas, onde possivelmente houve a entrada de corpos estranhos no interior danificando do rolamento.

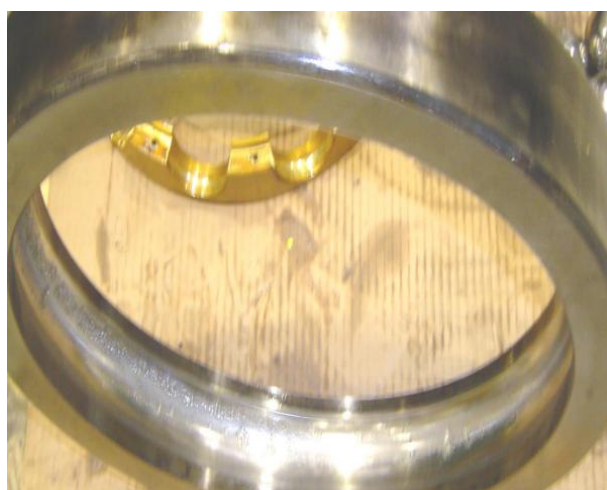


Figura 10 Falha no anel externo de rolamento de esferas
Fonte: Manual técnico redutores SEW

A falta de manutenção preventiva ocasiona uma serie de falhas em equipamentos, como mostra à figura 19, onde por falha na vedação, houve infiltração de água na caixa de ligação do motor.



Figura 11 Dano por infiltração de água na caixa de ligação do motor
Fonte: Manual técnico redutores SEW

Quando há excessiva dificuldade na partida do motor, devido à elevada queda de tensão, quando a inércia e o torque de carga são muito elevados ou até quando há o travamento do eixo da carga, pode ocorrer do rotor ficar bloqueado, levando a queima do motor, como mostra a figura 20.



Figura 20 Dano por rotor do motor bloqueado
Fonte: Manual técnico redutores SEW

Quando ocorre falha no isolamento das bobinas ou rápidas oscilações de tensão de alimentação podem ocorrer curtos entre as bobinas de um motor, como se pode se verificado na figura 21.



Figura 21 Curtos entre as bobinas de um motor
Fonte: Manual técnico redutores SEW

A ocorrência de mau contato entre as conexões, falha no isolamento ou até a contaminação interna do motor, gera o aquecimento das partes e o curto nas conexões dos cabos do motor, como pode ser observado na figura 22.

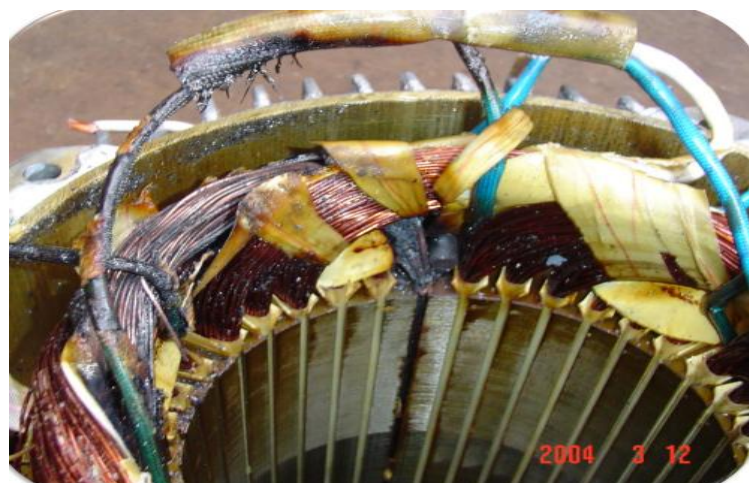


Figura 12 Dano por curto nas bobinas e cabos do motor
Fonte: Manual técnico redutores SEW

Quando o rompimento de um cabo alimentador, queima de fusível, mau contato nas conexões, chaves, contator, disjuntor, ocorre à falta de fase na alimentação do motor. A figura 23 mostra o defeito por falta de fase.



Figura 23 Dano por falta de fase na alimentação do motor
Fonte: Manual técnico redutores SEW

3 DESENVOLVIMENTO

O procedimento de manutenção proposto foi elaborado tendo como modelo um motorreductor da marca SEW® modelo DRE90L4 (2.2 Kw), para tanto, um a séries de demonstrações de como deve ser efetuada ações de manutenção preventiva, preditiva, corretiva, então a compilação dos procedimentos da origem aos formulários de procedimentos operacionais padrão, essa informações com o objetivo de auxiliar o executante na tarefa de manutenção e também como realizar corretamente as manutenções, prolongando a vida útil do equipamento, expor os cuidados com a segurança do trabalhador.

Para esclarecimento do processo de manutenção a descrição dos procedimentos foi exposta de forma detalhada, facilitando desta forma a montagem dos procedimentos em fichários e relatórios.

3.1 INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA

O executante deve respeitar noções básicas de segurança, não pondo em riscos a sua saúde e de sua equipe. Para realização da tarefa deve se usar corretamente equipamentos de proteção individuais (EPIs.) e se necessário o uso de equipamento de segurança coletiva (EPCs.).

Para não ocorrer riscos de acidente, as ferramentas usadas na tarefa, não podem ser deixadas espalhadas no chão ou ser improvisadas, todas deve estar em perfeitas condições de uso. O local de trabalho tem que ser isolado com cones, fitas zebradas ou barreiras físicas, e se possível com cartazes de alerta, evitando aproximação de pessoas curiosas.

3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva de motorredutores tem com objetivo a redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, preservação do meio ambiente, aumento da vida útil dos equipamentos e redução de acidentes de trabalho.

Para um bom funcionamento da máquina, todo o conjunto ou sistema deve trabalhar alinhado e balanceado, assim como o acoplamento entre redutores e o conjugado. Na manutenção preventiva de motorreductor o executante da tarefa tem como meta manter o equipamento nas melhores condições de trabalho aumentando sua vida útil, fazendo inspeções periódicas visuais, verificando possíveis vazamentos de lubrificante, verificando o nível do lubrificante, completando o óleo e se necessário, a troca do mesmo.

3.2.1 Inspeções visuais

As inspeções visuais realizadas periodicamente tem a finalidade de antecipar possíveis problemas que podem vir a danificar o equipamento ou reduzir seu desempenho, e todo responsável pela manutenção deve ficar atento aos sintomas do equipamento, verificando vazamentos, trincas na carcaça do motorreductor, os níveis do óleo lubrificante, a obstrução da ventilação do motor como poder ser vista na figura 24, onde o motor e a tampa da ventoinha estão totalmente obstruídos por resíduos, ocasionando superaquecimento do motor.



Figura 13 Tampa da ventoinha esta totalmente obstruída por sujeira.
Fonte: Autor

3.2.2 Procedimento de inspeção do óleo lubrificante

Com o motor desligado e frio, verifique o nível do óleo, com o uso de uma chave Allen 6 mm, retire o parafuso indicado na figura 25, observando se escorre o óleo pelo orifício. Vale apenas frisar que o local de verificação pode variar com o modelo de redutor, assim, como o a chave varia de acordo com o tamanho da caixa redutora.



Figura 25 Indicação do local de verificação do nível do óleo.
Fonte: Autor

Se durante a inspeção o nível estiver abaixo que o especificado, deve-se verificar o motivo disto, que pode ser por vazamento em algum ponto do redutor, como por exemplo, em retentores. Constatando uma anomalia, deve-se, dependendo da gravidade efetuar a manutenção corretiva em caráter emergencial, ou simplesmente completar o óleo, e agendar uma parada da máquina num momento oportuno.

Para completar o óleo, deve-se retirar o parafuso indicador de nível e o parafuso superior indicado na figura 26, com auxílio de um funil coloque o óleo pelo orifício superior indicado até que apareça no orifício inferior, onde se inspeciona o nível, deve se ter cuidado para não exceder do nível, pois o excesso de óleo no redutor causa o efeito turbina e causando aquecimento anormal no redutor, observando que a remoção do parafuso superior também se usa chave Allen 6 mm. Sempre certificar-se que após a tarefa a limpeza do equipamento foi realizada.



Figura 14 Indicação local usado para completar o nível de óleo.
Fonte: Autor

3.2.4 Teste de isolamento do estator do motor

O teste de isolamento do estator tem o objetivo de detectar possíveis fugas de corrente elétrica, o teste deve ser realizado por electricista autorizado e o motor deve estar desligado de qualquer fonte de alimentação elétrica. Com o uso de um megometro digital com classe IV, deve-se fazer o teste de isolamento das bobinas do estator seguindo instruções do manual do aparelho. A seguir é detalhado o procedimento de teste.

1º PASSO: Deve-se fazer uma interligação entre os cabos de ligação do motor (1, 2, 3, 4, 5, 6), Conectar o cabo preto entre borne comum "C" do aparelho megometro e a base da carcaça do motor, ou seja, ponto "TERRA", conectar o cabo vermelho entre o borne "V" ou "INSULATION" do aparelho e os cabos interligados. A figura 27 demonstra a ligação descrita.

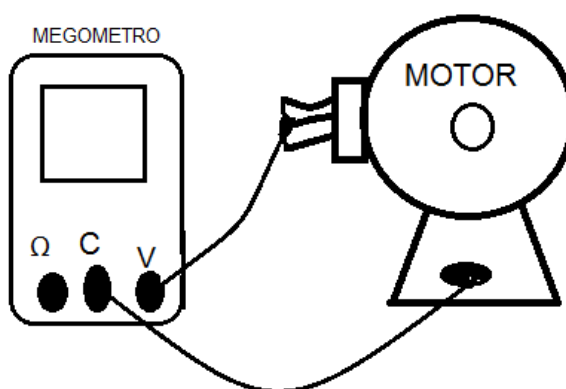


Figura 27 Exemplo de como utilizar o megometro.
Fonte: Autor

2ºPASSO: Regule o seletor do aparelho para a faixa de 1000 V;

3ºPASSO: Tendo sido realizado os passos anteriores, inicie o teste mantendo pressionado o botão TESTE do aparelho até que se estabilize a marcação da resistência, os valores padrão de resistência são demonstrados na tabela 01, página 21.

3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos. Com a posse de histórico das informações dos equipamentos pode-se acompanhar o desenvolvimento das falhas antecipando a detecção de possíveis falhas que podem ocorrer, evitando manutenções corretivas não planejadas.

Atualmente, existem muitas técnicas de manutenção preditivas que podem ser aplicadas na manutenção dos redutores, mas, para que não haja desperdício de recursos econômicos e humanos, deve-se avaliar o custo benefício da utilização de certas técnicas.

As técnicas mais usadas atualmente nas indústrias são a análise de vibração, análise térmica (termografia ou termômetro infravermelho), que permitem acompanhar a evolução de alguns tipos de falhas nos equipamentos mesmo em pleno funcionamento sem necessidade de parada.

Os pontos de inspeções desses métodos são as partes que mais entram em atrito como, por exemplo, rolamentos, que podem sofrer aquecimento por excesso ou falta de lubrificante, também componentes elétricos como estator do motor e conexões de cabos do motor.

3.3.1 Análise de Vibração

Na execução da manutenção de motorreductores de pequeno porte como o utilizado como exemplo neste trabalho, não se recomenda a utilização de análise de vibração, pela relação do custo e benefício, pois a aquisição de aparelho de

medição, treinamento da manutenção e aquisição de um software específico, acarretaria um aumento de despesas de produção.

Um modelo de procedimento da tarefa e o relatório de análise de vibração são demonstrados no capítulo 4.

3.3.2 Análise Térmica

Análise térmica por sua vez, ao contrario da análise de vibração, o empregador precisa apenas adquirir o aparelho e treinar os colaboradores, normalmente as empresas optam por adquirir um aparelho de termográfica de análise através de radiação, capaz de gerar imagens e gráficos, facilitando a identificação das falhas.

No capítulo 4 tem-se um exemplo de procedimento e um relatório de análise térmica.

3.4 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Tendo a necessidade de manutenção corretiva dos motorreductores, é necessário certificar-se que a tarefa seja executada somente após preencher os seguintes requisitos:

- a) A tarefa deve possuir uma ordem de serviço;
- b) A disponibilidade do equipamento;
- c) Certifique se ha disposição de peças e óleo lubrificante no almoxarifado;
- d) Separe todas as ferramentas adequadas para tarefa
- e) Haver efetuado o bloqueio elétrico dentro especificações das normas NR10
- f) Avaliação das medidas de controle de risco de acidente e ergonomia

3.4.1 Retirada do motorreductor do local

Após se certificar que houve o bloqueio elétrico do equipamento no painel de partida, remova os cabos do motor, não se esquecendo de identificar os cabos de força, facilitando no momento de voltar a ligar os mesmos.

Para retirar o motorreductor deve-se separa-lo do conjugado começando pela tampa de proteção das correntes e engrenagens, com auxilio de uma chave estrela ou de boca de 19 mm, como mostra na figura 28.



Figura 28 Retirando tampa de proteção da corrente e engrenagens.

Fonte: Autor

Para remoção da corrente afrouxe a base que sustenta o motorreductor com uma chave de boca 24 mm, com a corrente estando frouxa, retire-a trava da emenda indicada na figura 29 com auxilio de um alicate universal.



Figura 29 Retirando trava da corrente.

Fonte: Autor

O próximo passo é a retirada da engrenagem localizada no eixo do redutor, com o auxílio de sacador de polia, figura 30. Para remover o motorreductor, deve-se retirar os parafusos que sustentam a carcaça. Com auxílio de um ajudante, remova o motorreductor, recolha todas as ferramentas utilizadas no processo e limpe o local.



Figura 30 Retirando engrenagem do eixo do redutor.
Fonte: Autor

3.4.2 Desmontagem do Redutor

Antes de iniciar a desmontagem do motorreductor, o executante da tarefa de manutenção deve observar algumas recomendações importantes, para que haja organização no trabalho e também cuidados que devem ser tomados na realização da tarefa. As recomendações são as seguintes:

- a) A bancada deve estar limpa e livre de objetos ou ferramentas que não serão utilizadas na execução da tarefa;
- b) Na ausência do manual do redutor deve-se fazer um croqui, conforme ocorre a desmontagem, evitando problemas na montagem;
- c) O óleo retirado deve ser encaminhado para análise, ou guardado em locais adequados;
- d) A organização das peças ou conjuntos de engrenagens facilita a montagem;
- e) Evitar a presença de curiosos que possam atrapalhar na tarefa;
- f) Para limpar ferramentas e equipamentos use somente produtos que não prejudiquem o meio ambiente;

- g) Evitar trabalhar com o redutor muito quente, evitando queimaduras;

Com o motorreductor na bancada, limpe o mesmo, com produto adequado, após a limpeza, deve-se verificar visualmente se o redutor apresenta algum indicio de que haja defeitos na carcaça decorrente de alguma queda ou até mau uso do mesmo. Na figura 31 é apresentado o motorreductor da SEW[®] foco do texto.



Figura 15 Motorreductor após limpeza do mesmo.
Fonte: Autor

Após a inspeção visual externa da carcaça começa-se a etapa de retirada do óleo lubrificante de dentro da caixa redutora. Para o óleo fluir com mais facilidade retira-se o respiro ou um dos parafusos da tampa do redutor com a chave allen 6mm, como mostra a figura 32.



Figura 32 Retirando parafuso da tampa do redutor.
Fonte: Autor

Para remoção do óleo, retira-se o parafuso da parte inferior, onde fica o dreno para escoar o óleo usando uma vasilha, como demonstra a figura 33. Enquanto escoar o óleo, aproveite para inspecionar o óleo através do tato sua viscosidade, e se há indícios de resíduos de metais junto ao óleo, decorrentes de desgaste, um ímã pode auxiliar a localização de partículas metálicas no óleo.



Figura 16 Retirando parafuso de dreno da caixa redutora.
Fonte: Autor

No próximo passo, deve-se abrir a caixa redutora pelo lado de rotação mais alta, como mostra as figuras 34 e 35. Remover os parafusos com uma chave combinada 13 mm. Utilizar uma chave de fenda para realizar a desconexão entre o motor e a caixa redutora.



Figura 34 Retirando parafusos que une o motor e a caixa redutora.
Fonte: Autor



Figura 17 Separando o motor da caixa redutora.
Fonte: Autor

Após a desconexão entre o motor e a caixa redutora, deve-se verificar o estado da coroa, figura 36 que está acoplada ao eixo do motor, verificando se a mesma não apresenta alguma imperfeição.



Figura 36 Coroa de acoplamento entre motor e redutor.
Fonte: Autor

Continuando a desmontagem, retira-se a tampa da caixa redutora com uma chave (L) 10 mm, a retirada dos parafusos deve seguir uma sequência como

demonstra no anexo A do trabalho, para evitar danos na tampa, ou causar vazamentos futuros, como indica a seta na figura 37.



Figura 18 Retirando a tampa do redutor.
Fonte: Autor

Para retirar os conjuntos de engrenagens, deve-se começar pelo eixo maior utilizando um alicate para remover de trava externa, que fica na parte interna do redutor como mostra a figura 38.



Figura 19 Retirando trava do eixo maior.
Fonte: Autor

Para remover a trava que fica na outra extremidade do eixo maior deve-se primeiramente retirar o retentor e assim retirar a outra trava. Para a retirada do retentor deve-se usar uma chave de fenda, observar que com a retirada do retentor

pode-se danificar o mesmo, caso isto ocorra deve ser substituído por outro na montagem do redutor. Nas figuras 39 e 40 demonstra-se a retirada do retentor e da trava do eixo maior.



Figura 39 Retirando o retentor com a chave de fenda.
Fonte: Autor



Figura 40 Retirando a trava do outra ponta do eixo maior.
Fonte: Autor

Nas figuras 41 e 42 demonstra-se que com o uso de um tarugo de cobre e um martelo ou marreta, consegue-se deslocar o eixo para fora da caixa. O uso de tarugos de cobre no auxílio da remoção do eixo é feito pelo motivo de que o cobre é um metal mais macio e não danificara os componentes.



Figura 20 Utilizando marreta e o tarugo de cobre para remover eixo.
Fonte: Autor



Figura 21 Removendo o eixo maior.
Fonte: Autor

Após a remoção do eixo, retire a engrenagem de dentro da caixa redutora e o rolamento que faziam parte do conjunto do eixo mostrado nas figuras 43 e 44.



Figura 43 Retirando a engrenagem da caixa.
Fonte: Autor



Figura 22 Retirando o rolamento da caixa.
Fonte: Autor

Para remover o outro conjunto do eixo menor, retire o tampão de vedação, mostrado na figura 45, com auxílio de uma chave de fenda. Deve-se lembrar de que com a retirada do retentor ou tampão o mesmo deve ser substituído na hora da montagem, pois a retirada o danificará.



Figura 45 Removendo o tampão de vedação.
Fonte: Autor

Com a retirada do retentor deve-se remover a trava com o alicate como mostra a figura 46, depois com auxílio de uma chave de fenda retire o anel que fica entre a trava e o rolamento, como mostra na figura 47.



Figura 46 Removendo trava do eixo menor com alicate.
Fonte: Autor



Figura 47 Utilizando uma chave de fenda para remover o anel.
Fonte: Autor

Com ajuda de um tarugo de cobre remova o eixo menor e a engrenagem do mesmo, mostrado na figura 48.



Figura 48 Utilizando um tarugo de cobre para remover eixo menor.
Fonte: Autor

Com a caixa redutora completamente vazia, como mostra na figura 49, verifique a existência de resíduos de metais decorrentes ao desgaste de peças no interior da caixa redutora, após isso, proceda com uma limpeza completa internamente em todos os componentes retirados e a carcaça, usando um produto específico usado na limpeza das peças. Agora se deve se realizado uma inspeção visual tendo como objetivo de se encontrar imperfeições em todos os componentes, se possível fazer teste de análise de trincas através de inspeção visual, havendo indícios de anomalias, deve-se registrar toda a informação adquirida no histórico da máquina.

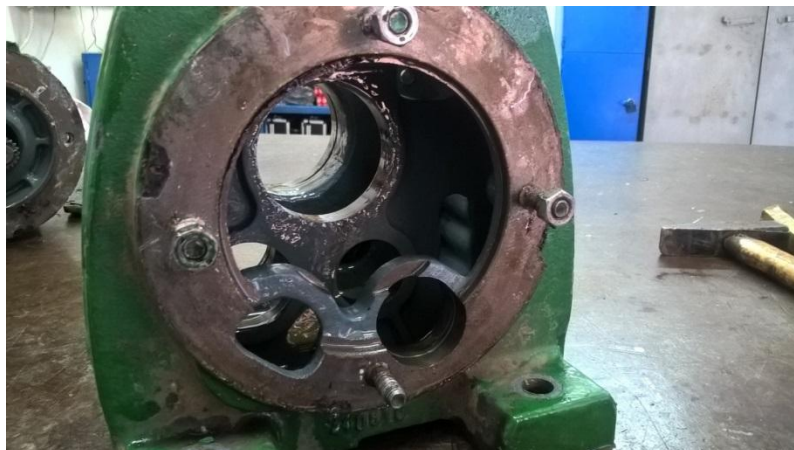


Figura 49 Caixa redutora totalmente vazia.
Fonte: Autor

3.4.3 Desmontagem do motor

Após a montagem do redutor, inicia-se a desmontagem do motor elétrico, também deve-se fazer uma inspeção visual na parte externa do motor, verificando possíveis defeitos, após isso, começar retirando primeiramente a trava da coroa localizada na extremidade do eixo usando um alicate para anéis externos, mostrado na figura 50, tomando cuidado para não extravia-lo.



Figura 23 Retirando trava da coroa do motor.
Fonte: Autor

Para retirar a coroa deve-se utilizar um sacador de polia, como mostra na figura 51.



Figura 24 Utilizando sacador para remover engrenagem.
Fonte: Autor

Para retirar a tampa da ventoinha localizada da parte traseira do motor, deve-se retirar ou apenas afrouxar os quatro parafusos que sustentam a tampa, como mostra a seta na figura 52, utilizando uma chave canhão de 08 mm,



Figura 25 Indicação do local dos parafusos da proteção da ventoinha.
Fonte: Autor

Retire a ventoinha com uso de duas alavancas pequenas ou duas chaves de fenda, tomando cuidado para não danifica-la, na figura 53 demonstra-se o exemplo.



Figura 26 Utilizando duas chaves de fenda para remover a ventoinha do motor.
Fonte: Autor

Para remover a parte da frente e traseira do motor deve-se utilizar uma chave de perfil torx (5 mm) tipo L, retire os quatros parafusos longos que unem as partes do motor como mostra na figura 54.



Figura 5427 Retirando tampa traseira da carcaça do motor.
Fonte: Autor

Após retirar as tampas laterais, retire o rotor, tomando cuidado para não arranhar a bobina do estator. Para remover os rolamentos do rotor coloque rotor na morsa da bancada, e utilize o sacador para a tarefa como mostrado na figura 55. Para não danificar o rotor pela pressão da morsa, revista o ponto de contato com uma estopa de pano. Realize a limpeza das peças com liquido especifico de limpeza e inspeção visual para verificar anomalias.



**Figura 55 Utilizando sacador para remover os rolamentos.
Fonte: Autor**

3.4.4 Procedimento de Montagem

A montagem do motor e do redutor deve ser realizada na bancada e deve ocorrer ao inverso da desmontagem, consultando o manual do equipamento, onde mostra a estrutura geral do redutor ou utilizando o croqui realizado durante a desmontagem evitando erro na montagem, para facilitar no anexo B do trabalho demonstra a estrutura geral do redutor. A montagem deve ser realizada seguindo as seguintes observações importantes:

- a) Fazer a montagem dos componentes sempre testando o encaixe e funcionamento dos componentes;
- b) Para encaixar os componentes, sempre use um tarugo de cobre ou nylon, quando houver necessidade de se aplicar força, pois os mesmos não danificaram os componentes, por ser de um material mais macio do que as peças do redutor;
- c) Na necessidade de troca das engrenagens, deve-se substituir o conjunto coroa e pinhão, pois se trata de pares perfeitos;
- d) Os componentes de vedação sempre devem ser substituídos por novos, tomando cuidado para não danificá-los na montagem, ocasionando vazamentos futuros;
- e) Somente retire os rolamentos da embalagem original, no momento do uso, para evitar contaminação por sujeira;

- f) Antes da montagem dos rolamentos, deve-se lixar levemente o eixo com uma lixa fina, para retirar imperfeições e sujeiras;
- g) Para a montagem dos rolamentos sem danificá-los, utilizar o kit de montagem, mostrado na figura 56 e a colocação do rolamento na figura 57.



Figura 56 Kit de montagem de rolamentos.
Fonte: Autor



Figura 57 Utilizando o kit de montagem de rolamentos.
Fonte: Autor

3.4.5 Instalação do motorreductor

Após o motor ser acoplado no redutor completo o óleo lubrificante até o nível indicado em capítulos anteriores, realize a instalação do motorreductor em seu local definitivo, seguindo modo inverso da retirada, tomando o cuidado com alinhamento

das coroas do motorreductor e o conjugado, certifique-se que a corrente esteja com a folga adequada.

Nas primeiras horas de funcionamento do reductor, deve-se monitorar seu funcionamento, ou seja, observar algo anormal, como ruído anormal, superaquecimento.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 FICHÁRIOS DOS MOTORREDUTORES

Para realizar o registro, foi elaborada fichas no *excel*, para facilitar a visualização e acompanhamento dos registros, contendo os principais dados, retirados da placa de identificação dos motorredutores e registro das manutenções realizadas com o objetivo de facilitar o planejamento das manutenções

A realização dos registros do equipamento e das manutenções executadas busca identificar, conhecer a confiabilidade e a disponibilidade dos motorredutores. Com este registro pode-se calcular o custo benefício e encontrar falhas e seus motivos que podem ocorrer nas manutenções realizadas. O fichário 01 mostra a ficha de equipamento exemplificada, elaborada com a finalidade de identificar os dados do equipamento e registrar as manutenções realizadas nos motorredutores.

Fichário 01 Motorredutor .

LOGO MARCA	FICHA DE EQUIPAMENTO			
	Patrimônio: x x x x x x		Setor: 319	Folha: 01/01
Equipamento: rosca saída moinho pena	Motorredutor	TAG: MT3675	Modelo: DRE 90L4	Marca: SEW Euro-drive
Potencia: 2,2 KW			RPM: 1710	
Relação: 1/35			Tensão: 380 V	
Frequência: 60 HZ			Partida: Inversor de Frequência	
RELATÓRIO DE MANUTENÇÕES REALIZADAS				
Data:	Ordem Serviço	SERVIÇOS REALIZADOS		
12/09/15	PV475101	Realizado manutenção preventiva periódica, substituído rolamentos, retentores e substituído o óleo lubrificante.		
10/06/16	CO67437	Realizado manutenção corretiva emergencial, com ruído e temperatura anormal, feito substituição de rolamentos retentores e óleo lubrificante.		
16/10/16	PD78563	Realizado inspeção térmica, temperaturas normais em torno de 35 ^o C.		

Fonte: Autor.

4.2 FICHÁRIOS DE PROCEDIMENTOS


Para uma rápida compreensão foi elaborado os procedimentos resumidos para demonstrar passos que o executante da manutenção deve seguir para uma correta manutenção, como mostrado nos fichários 02 a 08.

Fichário 02 Procedimento padrão operacional

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO PADRAO OPERACIONAL (POP)			Folha 01/01
	Manutenção Preventiva Motorreductor			
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016	
Tarefa	Verificar nível e vazamento óleo		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
FERRAMENTAS NECESSÁRIAS				
Jogo de chave allen; Luva de proteção;		Óleo lubrificante; Material de limpeza;		
INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilize os EPIs adequados; 2. Avalie os riscos de acidentes; 3. Utilize os EPCs para isolar área; 4. Tome cuidados com ergonomia; 				
VERIFICAR NÍVEL E VAZAMENTO ÓLEO				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Com o motor parado retire lentamente o parafuso de verificação de nível superior; 2. Verifique a presença de óleo lubrificante; 3. Não constatando a presença de óleo no local, retire uns dos parafusos localizados no centro da tampa da caixa redutora; 4. Complete com óleo recomendado pela empresa até alcançar o nível superior; 5. Coloque novamente os parafusos em seus devidos lugares; 6. Verifique se não derramou óleo na operação, limpe-o com uma estopa de pano limpo; 7. Verifique a presença de vazamento nos retentores da caixa redutora; 8. Se há vazamento nos retentores ou sujeira no sistema ventilação, registre a ocorrência para futura manutenção corretiva; 				

Fonte: Autor.

Fichário 03 POP Manutenção Corretiva

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO PADRAO OPERACIONAL (POP)			Folha 01/04
	Manutenção Corretiva Moto-redutor			
Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016		
Tarefa	Revisão moto-redutor		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorredutor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
FERRAMENTAS NECESSÁRIAS				
Jogo de chave allen; Jogo de chave combinada; Jogo de chave tipo torx tipo (L); Chave (L) 10 mm; Chave canhão de 08 mm; Chave de fenda; Alicate universal; Alicate de trava externa; Alicate de trava interna;		Óleo lubrificante; Recipiente; Material de limpeza; Tarugo de cobre; Martelo ou mareta; Kit de montagem rolamento; Sacador de polia; Croqui ou manual equipamento; Megohmetro digital;		
INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilize os EPIs adequados; 2. Avalie os riscos de acidentes; 3. Utilize os EPCs para isolar área; 4. Realize o bloqueio elétrico do equipamento; 5. Tome cuidados com ergonomia; 				

Fonte: Autor.

Fichário 04 POP Revisão motorreductor

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO PADRAO OPERACIONAL (POP)			Folha 02/04
	Manutenção Corretiva Motorreductor			
Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016		
Tarefa	Revisão motorreductor		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
REVISAO MOTORREDUTOR Revisão Caixa Redutora				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Remova o Motorreductor do local e leve a bancada; 2. Coloque o Motorreductor na bancada 3. Retire o óleo lubrificante da caixa redutora em um recipiente; 4. Desconecte o motor da caixa redutora; 5. Remova a tampa da caixa redutora; 6. Inicie a desmontagem pelo eixo maior 7. Retire a trava, localizada internamente, que trava o eixo maior; 8. Remova o retentor do eixo maior da parte externa da caixa; 9. Remova a trava do eixo abaixo do retentor; 10. Utilize um tarugo de cobre para remoção do eixo maior; 11. Retire a engrenagem e o rolamento que fazia parte do conjunto; 12. Inicie a retirada do eixo menor removendo o tampão; 13. Retire a trava do eixo menor; 14. Com o tarugo de cobre e uma maretta remova o eixo menor; 15. Retire as engrenagens e rolamentos do eixo menor; 16. Realize limpeza das peças e a bancada; 17. Substitua os rolamentos, retentores e tampões por novos, sempre; 18. Substitua as engrenagens que estiverem com defeito; 19. Monte novamente as peças de modo inverso da desmontagem; 20. Complete a caixa redutora com óleo novo, até o nível correto, após o motor for acoplado à mesma. 				

Fonte: Autor.

Fichário 05 POP Teste de isolamento do estator do motor

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO			Folha
	PADRAO OPERACIONAL (POP)			03/04
	Manutenção Corretiva Motorreductor			
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016	
Tarefa	Revisão motorreductor		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
REVISÃO MOTORREDUTOR Teste de isolamento do estator do motor				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realize um jumper em todos os cabos do estator; 2. Conecte o cabo preto do megohmetro entre a carcaça do motor e o borne do aparelho, onde indica a função “comum”; 3. Conecte o cabo vermelho do megohmetro entre os cabos do motor e o borne do aparelho, onde indica a letra “V”; 4. Selecione no comutador do megohmetro a tensão de 1000 V; 5. Revise a instrução anterior, para evitar erros; 6. Para realizar o teste, basta apertar o botão “teste” do aparelho, pressionando até que a medição se estabilize, indicando a resistência medida; 7. Tenha como referencia a tabela de resistência do isolamento para avaliar a qualidade de isolamento. 8. Se o valor da resistência estiver abaixo 100 M Ω, realize a troca do estator ou deixe o estator na estufa para retirar a umidade por 24 horas e repita o teste. 				


Fonte: Autor.

Fichário 06 POP Revisão Motorreductor Revisão Motor Elétrico

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO			Folha
	PADRAO OPERACIONAL (POP)			04/04
	Manutenção Corretiva Motorreductor			
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016	
Tarefa	Revisão motorreductor		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
REVISÃO MOTORREDUTOR Revisão Motor Elétrico				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Com um sacador de polia retire a coroa do eixo do motor; 2. Retire a de proteção da ventoinha; 3. Retire a ventoinha; 4. Retire a tampa traseira da carcaça; 5. Retire a tampa frontal da carcaça junto com o rotor de dentro do estator; 6. Separe a tampa frontal do rotor; 7. Retire os rolamentos com o uso de um sacador; 8. Realize limpeza das peças e a bancada; 9. Substitua os rolamentos por novos, sempre; 10. Substitua peças danificadas por novas; 11. Realize o teste de isolamento do estator com o megohmetro digital; 12. Monte novamente as peças de modo inverso da desmontagem; 13. Faça a união novamente com a caixa redutora; 				

Fonte: Autor.

Fichário 07 POP Manutenção Preditiva Motorredutor

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO PADRAO OPERACIONAL (POP)				Folha 01/02
	Manutenção Preditiva Motorredutor				
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016		
Tarefa	Análise térmica		Data: 30/09/2016		
Equipamento	(Cód. 0037) Motorredutor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena				
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544	
INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA					
5. Utilize os EPIs adequados; 6. Avalie os riscos de acidentes; 7. Utilize os EPCs para isolar área; 8. Tome cuidados com ergonomia					
COLETA DOS DADOS PARA ANÁLISE DE TÉRMICA					
1. Utilizar o equipamento de medição térmica da FLIR I30; 2. Siga a sequencia lógica dos pontos de medição pré-definidos para agilizar a execução da tarefa; 3. Abra a tampa da câmera do equipamento de medição; 4. Aperte o botão power; 5. Verifique o estado da bateria do mesmo; 6. Selecione através do botão menu, o tipo de imagem, normal ou infravermelho; 7. Direcione a câmera ao ponto de medição; 8. Ajuste o foco; 9. Salve a imagem no cartão de memória;					
OBSERVAÇÕES					
As imagens salvas devem ser arquivadas através do relatório de análise térmica e a conclusão deve ser arquivada ao histórico da máquina.					

Fonte: Autor.

Fichário 08 POP Coleta de dados

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO PADRAO OPERACIONAL (POP)			Folha 01/02
	Manutenção Preditiva Motorreductor			
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016	
Tarefa	Coleta dos dados para analise de vibração.		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar todos os EPI's: Capacete, óculos de segurança, e luvas de couro quando necessário, botas de biqueira de aço ou sem conforme área de risco, proteção auricular. 2. Posicionar-se corretamente diante do equipamento, fora do raio de ação do sentido de giro da máquina a ser analisada, não usar roupas largas ou luvas soltas; 3. Instalar os dispositivos de análise de forma que o executante não se exponha a riscos, por se aproximar demais das partes moveis do equipamento tendo que apenas sustentar o analisador de vibração; 4. Manter uma postura correta durante o procedimento, evitando problemas com ergonomia; 5. Com o equipamento em movimento, ficar atento a projeções de líquidos ou partículas, não retirar proteções de segurança; 6. Manter o aparelho de medição preso ao corpo para evitar queda e impacto do mesmo. Os cabos de alimentação curtos e esticados, para evitar que as partes girantes do equipamento possam agarrar as pontas e puxão o colaborador. 7. Cuidado com a partida e as forças de parada; 				

Fonte: Autor.

Fichário 09 POP Análise de Vibração.

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO PADRAO OPERACIONAL (POP)			Folha 02/02
	Manutenção Preditiva Motorreductor			
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016	
Tarefa	Coletar dos dados para analise de vibração.		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
COLETA DOS DADOS PARA ANALISE DE VIBRAÇÃO.				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar o equipamento de medição SDAV, para execução da tarefa; 2. Siga a sequência lógica dos pontos de medição pré-definidos para agilizar a execução da tarefa; 3. Instale os sensores nos pontos de medição; 4. Faça a leitura dos dados com o aparelho; 5. Salve os dados da leitura; 6. Retire os sensores; 				
				
OBSERVAÇÕES				
Os dados coletados deverão ser enviados para serem analisados no laboratório;				

Fonte: Autor.

4.3 Relatórios de análises


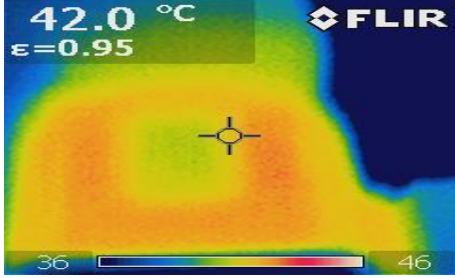

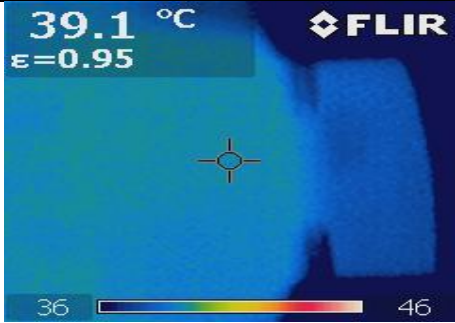
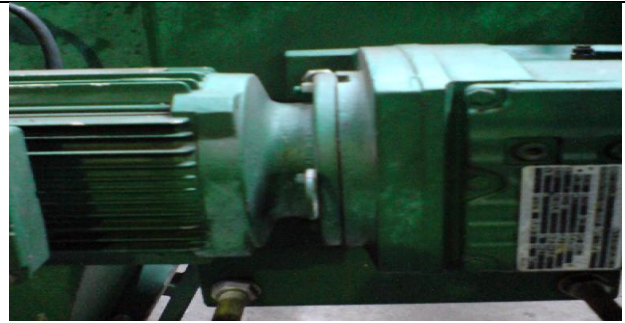
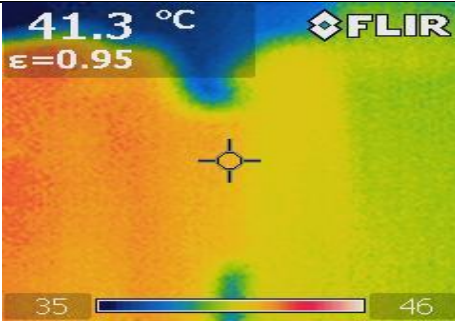
Os fichários 10 e 11 exemplificam procedimentos de análise de vibração e termografia e seu registro na manutenção para motorreductores

Fichário 10 Análise de vibração

DADOS DE ANÁLISE DE VIBRAÇÃO			
Setor:	Fabrica de farinha		
Equipamento:	Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena		
Equipamento de teste	Equipamento de medição SDAV		
INFORMAÇÕES DA INSPEÇÃO			
Falhas:	Desgaste		
Ação proposta:	Sinais de falha nos rolamentos e inspecionar o motorreductor		
Espectro E Curva De Tendência			
Pós-intervenção			
Havia falha?	Sim	Nº Ordem de Serviço	PD564783
O diagnostico coincidia com a falha?	Sim	Responsável:	WEBER
Houve trabalho além do diagnostico?	Não	Data:	

Fonte: Autor.

Fichário 11 Análise termográfica

LOGO MARCA	PROCEDIMENTO			Folha
	PADRAO OPERACIONAL (POP)			01/01
	Manutenção Preditiva Motorreductor			
	Elaborado por: Vilmar Weber		Revisão 19/08/2016	
Tarefa	Análise térmica		Data: 30/09/2016	
Equipamento	(Cód. 0037) Motorreductor Rosca 01 Alimentação Moinho Farinha De Pena			
Executante	Eletromecânicos	Turno: 2 ^o	Grupo 10	OS: 672544
RELATÓRIO DE ANÁLISE TÉRMICA				
Ponto De Verificação		Verificação Temperatura		
				
				
				
RESULTADOS: Análise realizada com sucesso, a temperatura do motor se encontra dentro das condições normais de temperatura indicadas pelo fabricante, onde a isolação é da classe F, sendo normal uma temperatura de até 155° C.				

Fonte: Autor.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve origem a partir da percepção da necessidade de se padronizar a manutenção dos motorreductores na indústria a fim de diminuir prejuízos com a quebra dos equipamentos por manutenções incorretas. Com o foco neste objetivo realizou-se o estudo sobre o tema e então se elaborou procedimentos de manutenção preventiva, preditiva e corretiva de motorreductores com objetivo de padronizar as manutenções e auxiliar nas dúvidas referentes a manutenção dos motorreductores.

Destacou-se nos fichários elaborados, informações de segurança para execução do trabalho, o que permitirá a verificação dos EPIS necessários para realização da tarefa de manutenção, bem como, a elaboração dos procedimentos e dos fichários dos equipamentos, o que permite a identificação das causas de anomalias, e então, resolvê-las com mais rapidez, diminuindo o tempo da máquina parada.

Nas fichas do equipamento foram acrescentadas informações referentes às características técnicas dos motores e histórico de manutenções. Facilitando a identificação e acompanhamento da vida útil do equipamento.

Foram elaborados modelos de procedimentos, exemplificando técnicas de manutenção preventiva, preditiva e corretiva de manutenções dos motorreductores do setor, todos visando melhorar o desempenho da manutenção, facilitando desta forma a obtenção de informações para realização da tarefa de manutenção.

6 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR-5383-1-,2002, **Máquinas Elétricas Girantes**, ABNT, 2002, página 08.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: 1994: **Confiabilidade e Manutenibilidade: Referências: Elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990. 37 p

BRAIDOTTI JUNIOR, Jose Wagner. **A Falha Não é Uma Opção**. 1ª ed. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna LTDA. 2013.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna LTDA, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI)**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2016.

CAMIS (Capital Asset Managemet Information System), **Standard Operating Procedure 03 - Managing Equipment & Associated PMs**, Commonwealth of Massachusetts, disponível para download: <<http://www.mass.gov/anf/docs/dcam/dlforms/camis/sop03.pdf>>, último acesso em 30/09/2016.

COLENGHI, Vitor Mature. **O&M e Qualidade Total: uma integração perfeita**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997. Disponível em: <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/pt/publications/factsheets/90/pt_90.pdf> Último Acesso em: 25 de out. de 2016.

DOS SANTOS, Valdir Aparecido. **Manual Prático Da Manutenção Industrial**. 4ª ed. São Paulo, Editora: Icone, 2013.

EU-OSHA, Agência Europeia Para A Segurança E Saúde No Trabalho. **Manutenção, segurança e saúde no trabalho: uma imagem estatística**, 2010.

WEG SA, **Manual De Instalação, Operação E Manutenção De Motores Elétricos**, 2016. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-iom-general-manual-of-electric-motors-manual-general-de-iom-de-motores-electricos-manual-geral-de-iom-de-motores-electricos-50033244-manual-english.pdf>> Último Acesso em: 25 de out. de 2016.

FABRICANTE NSK BRASIL, **Catalogo De Rolamentos**, São Paulo, 2015.

KARDEC, Alan e NASCIF, Julio. **Manutenção Função Estratégica**. 2ª ed., Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2001.

METALURGICA BRECKER, **Catalogo De Produtos**, Gravataí, RS, 2016.

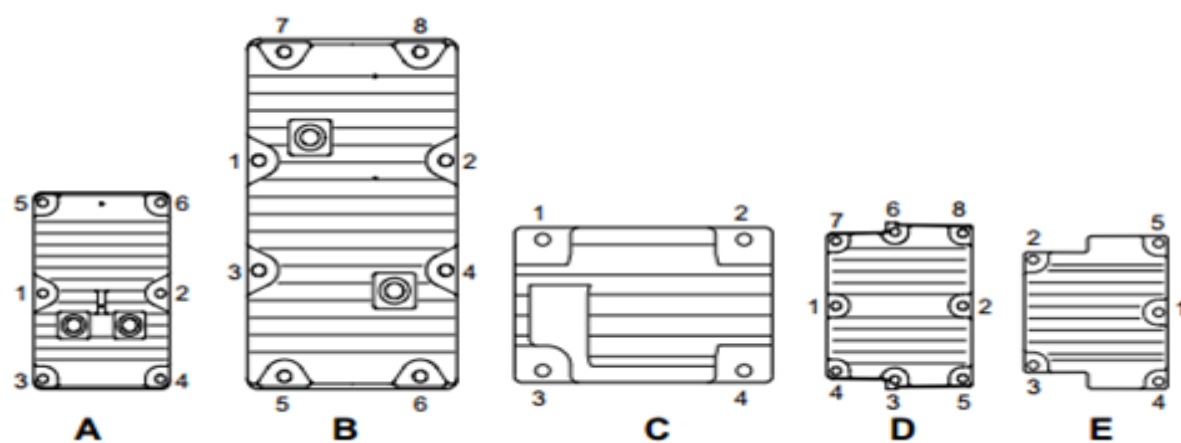
NAMIHIRA, Eder Masahiko, **Projeto mecânico de um redutor de engrenagens sem-fim numa esteira transportadora inclinada**. Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá: UEP, 2014. Disponível em: <
<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124320/000805673.pdf?sequence=1> > Último Acesso em: 25 de out. de 2016.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de Manutenção Preditiva**, São Paulo: Edgard Blucher. Vol 1 e vol 2.1989.

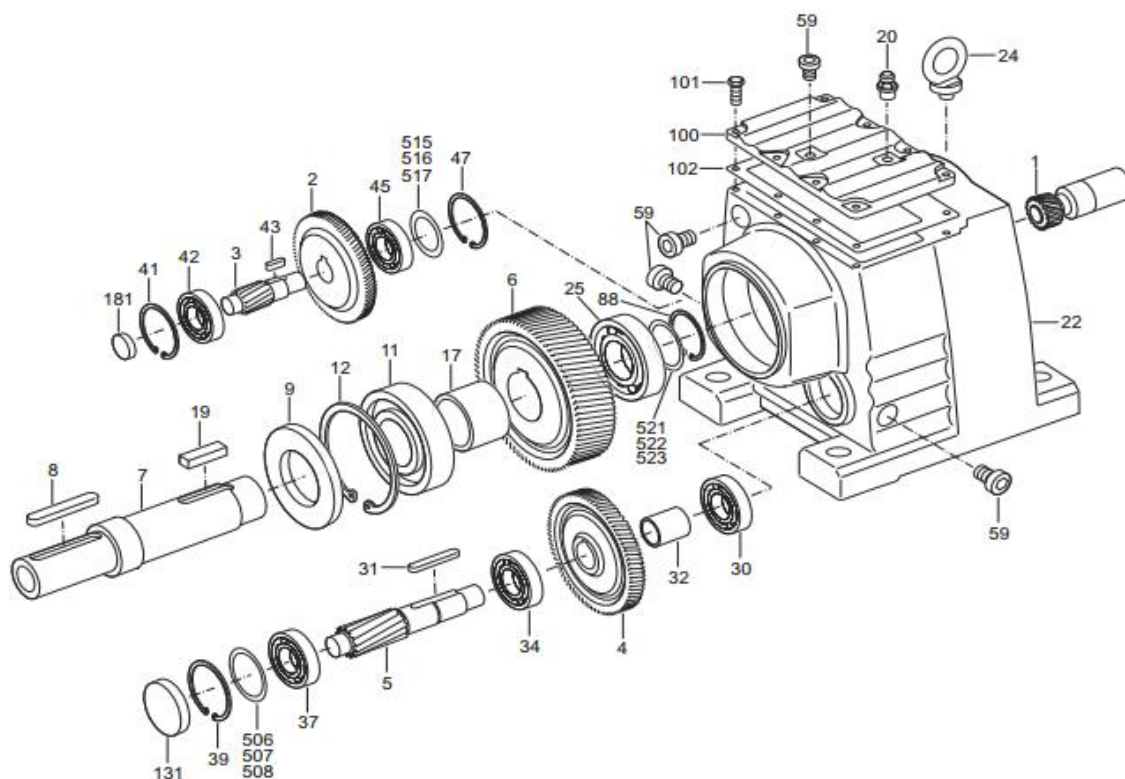
FABRICANTE DE REDUTORES GEREMIA ,**Manual de fabricante**, Bento Gonçalves-RS; 2010.

RODRIGO, Araújo. **Análise De Falha Aplicada A Redutores De Velocidade Com Perda De Lubrificante Por Vazamento. SEW, Redutores R..7, F..7, K..7, S..7 Spiroplan®W" - Instruções de Operação** 2001, Disponível em: <http://www.hd.ind.br/PDF/Manual_TECNICO_Redutor.pdf>. Último acesso em: 20 out. 2016.

TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. **Mecânica: Processos de Fabricação**. São Paulo. 1997. 159p.

ANEXO A - Sequência correta de aperto das tampas dos redutores

ANEXO B - Estrutura geral do redutor



Legenda

1	Pinhão	19	Chaveta	42	Rolamentos de esferas	507	Arruela de ajuste
2	Engrenagem	20	Válvula de respiro	43	Chaveta	508	Arruela de ajuste
3	Eixo pinhão	22	Carcaça do redutor	45	Rolamentos de esferas	515	Arruela de ajuste
4	Engrenagem	24	Olhal de suspensão	47	Anel de retenção	516	Arruela de ajuste
5	Eixo pinhão	25	Rolamentos de esferas	59	Bujão	517	Arruela de ajuste
6	Engrenagem	30	Rolamentos de esferas	88	Anel de retenção	521	Arruela de ajuste
7	Eixo de saída	31	Chaveta	100	Tampa do redutor	522	Arruela de ajuste
8	Chaveta	32	Tubo distanciador	101	Parafuso sextavado	523	Arruela de ajuste
9	Retentor	34	Rolamentos de esferas	102	Junta de vedação		
11	Rolamentos de esferas	37	Rolamentos de esferas	131	Tampa de expansão		
12	Anel de retenção	39	Anel de retenção	181	Tampa de expansão		
17	Tubo distanciador	41	Anel de retenção	506	Arruela de ajuste		