

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS- UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
LUIZ RICARDO ARAUJO BORGES DE CARVALHO

**PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM REDUTORES DE
VELOCIDADE DE EIXO DE REBOLO DE ARRASTE DE RETÍFICAS
CENTERLESS**

Varginha
2022

LUIZ RICARDO ARAUJO BORGES DE CARVALHO

**PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM REDUTORES DE
VELOCIDADE DE EIXO DE REBOLO DE ARRASTE DE RETÍFICAS
CENTERLESS**

Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de 2022 do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS MG, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel, sob a orientação do Prof.Me. Eduardo Emanuel Vieira Guedes.

**Varginha
2022**

LUIZ RICARDO ARAUJO BORGES DE CARVALHO

PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM REDUTORES DE VELOCIDADE DE EIXO DE REBOLO DE ARRASTE DE RETÍFICAS CENTERLESS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

Prof. Me. Eduardo Emanuel Vieira Guedes.

Prof. (Título ex: Me./Dr./Esp.) Nome do professor

Prof. (Título ex: Me./Dr./Esp.) Nome do professor

OBS:

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização, em especial aos meus familiares, o meu orientador, amigos e aos colegas de faculdade e professores que sempre me orientaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades da vida, aos meus familiares, amigos e aos professores por terem auxiliado e colaborado na construção deste trabalho.

“O Planejamento não diz respeito a decisões futuras,
mas às implicações futuras de decisões presentes.” Peter
Drucker

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal elaborar uma proposta de plano de manutenção preventiva em redutores de velocidade de retíficas de uma empresa do ramo automobilístico, a fim de reduzir paradas inesperadas das máquinas e aumentar o tempo de vida útil do redutor, para que reduza os gastos não planejados. Ao longo do tempo, a tendência natural dos componentes é se desgastar e a lubrificação tem um destaque fundamental como forma de prevenção na proteção e no aumento de vida útil dos elementos dentro de uma indústria, reduzindo o atrito, desgastes, aumento de temperatura e corrosão. Sendo assim, o plano de manutenção preventiva para redutores de velocidade foi desenvolvido como as metodologias da manutenção preventiva, manutenção produtiva total TPM e juntamente com catálogos técnicos do componente. Por fim, será apresentado o resultado da elaboração do plano de manutenção preventiva em redutores de velocidade.

Palavras- chave: Redutor de velocidade, Manutenção preventiva, TPM, Plano de manutenção.

ABSTRACT

The main objective of this work is to elaborate a proposal for a preventive maintenance plan in grinding speed reducers of an automotive company, in order to reduce the difficulties of the machines and increase the useful life of the reduction, to reduce the unplanned costs. Over time, it is natural to wear out the temperature and increase the trend of increasing wear life in protection and increasing trend of increasing life within an industry, as the useful components of the increasing wear trend and protection elements. Therefore, the maintenance of the speed maintenance plan was developed as the total preventive maintenance for the maintenance of the maintenance, for the maintenance of the maintenance plan with the maintenance of the technicians. Finally, the result of the elaboration of the preventive maintenance plan in speed reducers will be presented.

Keywords: Speed reducer, Preventive maintenance, TPM, Maintenance plan.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de uma retificadora centerless.....	16
Figura 2 - Redutor de velocidade, coroa e rosca sem fim.....	17
Figura 3 - Os oito pilares do TPM.....	23
Figura 4 - Quantidade de redutores comprados no ano 2021 para linhas de acabamento.....	27
Figura 5 - Redutor retirado da retífica centerless.....	28
Figura 6 - Plano de manutenção preventiva.....	34
Figura 7 - Check list de inspeção da produção.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do lubrificante.....	19
Tabela 2 - Peças reposição para redutor coroa e rosca sem fim.....	29
Tabela 3 - Lubrificantes sintéticos recomendados.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Retificadoras.....	14
2.1.1 Rebolo de corte.....	14
2.2 Retificadora sem centro (centerless).....	15
2.2.1 Operação da retificadora sem centro.....	15
2.3 Redutor de velocidade.....	17
2.3.1 Redutor coroa e rosca sem fim.....	17
2.3.2 Lubrificação de redutor de coroa sem fim.....	18
2.4 Lubrificação.....	18
2.4.1 Tipos de óleos lubrificantes.....	19
2.5 Manutenção.....	20
2.5.1 Tipos de manutenção.....	21
2.6 Engenharia de manutenção.....	21
2.7 Manutenção produtiva total (TPM).....	22
2.7.1 Manutenção autônoma.....	23
2.7.2 Manutenção planejada.....	24
2.7.3 Manutenção da qualidade.....	25
2.7.4 Melhorias específicas ou melhorias individuais.....	25
2.7.5 Controle inicial.....	25
2.7.6 Educação e treinamento.....	25
2.7.7 Segurança, saúde e meio ambiente.....	26
2.7.8 Administração ou melhoria administrativa.....	26
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 Identificação do problema.....	27
3.2 Relação de materiais.....	29
3.3 Escolha dos pilares do TPM.....	30
3.3.1 Manutenção autônoma.....	30

3.3.2 Manutenção planejada.....	31
3.3.3 Educação e treinamento.....	31
3.3.4 Controle inicial.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1 Plano de manutenção preventiva.....	33
4.2 Check list de inspeção para produção.....	35
4 CONCLUSÃO.....	35
6 REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a lubrificação tem um destaque fundamental como responsável pela prevenção, pela proteção e pelo aumento de vida útil dos ativos dentro de uma indústria, reduzindo o atrito, desgastes, aumento de temperatura e corrosão. Além disso, o lubrificante deve ser substituído de tempos em tempos, levando em consideração as condições de trabalho em que o equipamento se encontra (TRACTIAN, 2022).

Neste contexto, este será um estudo de caso realizado em uma empresa do ramo automobilístico, na qual com o passar do tempo, algumas de suas retíficas podem apresentar paradas corretivas, onde um dos problemas apontados é no redutor de velocidade do eixo arraste. Ademais, a interrupção desses ativos causa a paralisação de linhas onde um processo depende do outro para ter continuidade no acabamento das válvulas, logo podem ocasionar atrasos no trabalho e conseqüentemente na entrega do produto para os clientes.

Portanto, este projeto justifica-se a partir da necessidade de reduzir a manutenção corretiva nas retíficas de acabamento de válvulas automotivas, por conta dos redutores do eixo do rebole de arraste. Uma vez que, nos últimos meses, devido ao aumento do número de paradas por conta do componente, os redutores apresentam desgastes e por isso precisam ser trocados. No entanto, torna-se difícil encontrar peças de reposição em estoque, pois o seu *lead time* de entrega leva cerca de 60 a 90 dias. Outra alternativa é trocar de fornecedor, escolhendo um que tenha o item com um prazo de 3 a 5 dias. Todavia, na maioria das vezes, o preço do produto chega a duplicar ou triplicar. Desse modo, em algumas situações, a empresa opta pela segunda opção e mesmo assim fica com a máquina parada por alguns dias, atrasando assim a produtividade e entregas dos produtos.

Desse modo, considerando a importância do papel da lubrificação na indústria e a necessidade da empresa em melhorar a confiabilidade em seus equipamentos. Este projeto teve como objetivo geral propor um plano de manutenção preventiva em redutores de velocidades de retíficas, com o objetivo de reduzir paradas inesperadas dos ativos e aumentar o tempo de vida útil do redutor de velocidade, para conseqüentemente reduzir gastos não planejados. Para tal finalidade, os objetivos específicos são, apresentar a operação de retifica de acabamento de válvulas automotivas e onde o redutor opera, demonstrar o funcionamento dos redutores de velocidade e do modelo em específico junto com o papel e a importância da lubrificação em conjunto com o modelo de manutenção e de estratégias que permitam um melhor desenvolvimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados os subsídios teóricos que deram sustentação para o desenvolvimento da pesquisa, estando prescritos da seguinte maneira: Retificadoras, redutor de velocidade, lubrificação, manutenção, engenharia de manutenção e Manutenção produtiva total.

2.1 Retificadoras

Segundo Malkin (1989) e Rossi (1970) as retíficas realizam um processo de usinagem por abrasão, que realiza a remoção do material através do desgaste, fazendo com que assim corrija irregularidades na superfície da peça de trabalho, além disso, realiza polimento e é aplicada em processos que careça de alta qualidade geométrica como tolerâncias de milésimos de milímetros.

2.1.1 Rebolo de corte

Nesse sentido a remoção de material que é realizada por uma ferramenta de conformação geométrica de um sólido de revolução em volta de um eixo, denominado rebolo, no qual devido à elevada velocidade periférica durante o trabalho, retira pequenos cavacos, pois sua estrutura compacta é composta por um aglomerante ou por cimento que mantém juntos os grãos constantes de abrasivos, dando em a alta qualidade de acabamento no material retificado (AGOSTINHO,2004).

Ainda de acordo com Rossi (1970) os rebolos são fabricados de diversos tamanhos, granulações e durezas. Dado que essa exigência se dá devido a variedade de máquinas especiais que realizam a mesma operação, porém com finalidades diferentes. Nesse âmbito, as retificadoras podem ser subdivididas em:

- a) Retificadora para externos;
- b) Retificadora para internos;
- c) Retificadoras universais;
- d) Retificadoras verticais;
- e) Retificadoras horizontais;
- f) Retificadoras especiais;
- g) Retificadoras sem centro.

No entanto, neste trabalho será analisado somente a retificadora sem centro, pois o foco da pesquisa está diretamente relacionado em um componente específico do modelo da máquina.

2.2 Retificadora sem centro (*centerless*)

As retificadoras sem centro são destinadas a peças cilíndricas de construção simples de diâmetros únicos, cilíndricas não vazadas, cônicas e superfícies perfiladas.

Retíficas comuns não servem para operações em peças com diâmetros pequenos e conformação simples, pois conforme afirma Rossi (1970);

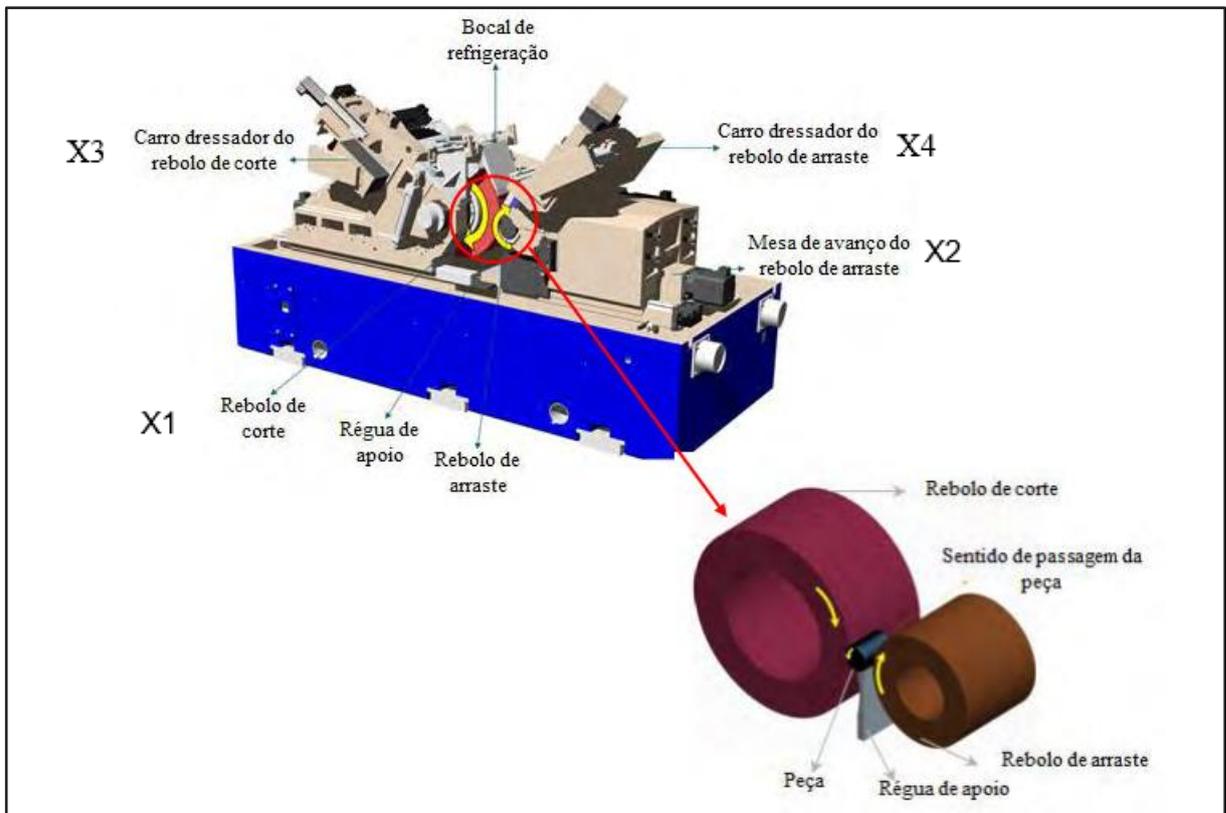
“Uma peça cilíndrica comprida e fina, se for centralizada pelas duas contra-pontas duma normal retificadora, tende a fleter-se pela pressão exercida pelo rebolo durante o passe de trabalho; uma peça também cilíndrica, mas curta, torna difícil a usinagem sobre os centros porque, devendo aproximar muito as duas contrapontas, fica pouco espaço útil para manobras.” (ROSSI, 1970, p. 761)

2.2.1 Operação da retificadora sem centro

Para que uma retífica sem centro opere é necessário a combinação de componentes que geram o acionamento e a precisão no produto final. Por conseguinte, as combinações são acionadas por comandos elétricos, hidráulicos e pneumáticos, realizam o funcionamento dos conjuntos abaixo;

- a) Rebolo de corte: Responsável pela abrasão na peça;
- b) Rebolo de arraste: Responsável pela movimentação da peça;
- c) Dressador do rebolo de corte: Responsável pela correção do rebolo de corte;
- d) Dressador do rebolo de arraste: Responsável pela correção do rebolo de arraste;
- e) Mesas de avanços: Responsável pela movimentação horizontal;
- f) Régua de apoio: Guia responsável por apoiar a peça entre o rebolo;
- g) Bico de refrigeração: Responsável pela refrigeração da peça e vida útil da ferramenta.

Figura 1 - Elementos de uma retificadora *centerless*.



Fonte: Adaptado de (MIKROSA, 2005).

Conforme ilustra figura 1, a mesa do cabeçote X2 avança na guia de barramento através do comando elétrico realizado no servo motor, e conseqüentemente o rebolo de corte X1 que gira velozmente no sentido horário, realiza a abrasão sobre a peça a ser retificada que gira no sentido anti-horário, por causa da pressão exercida do rebolo de arraste do cabeçote X2 que está girando no sentido horário e com uma rotação bem inferior, por efeito do redutor de velocidade, visto que sem essa movimentação a retificação seria somente em uma face do produto (MEIS,1980).

Como a máquina é ideal para grandes produções, quando se tem um determinado número de peças a serem retificadas, é natural que o rebolo abrasivo de corte e o rebolo de arraste comecem a apresentar irregularidades, sendo então, necessário a correção dos mesmos, através do acionamento dos dressadores X3 e X4 que contém uma ferramenta de diamante em sua extremidade (OLIVEIRA, et al, 2010).

2.3 Redutor de velocidade

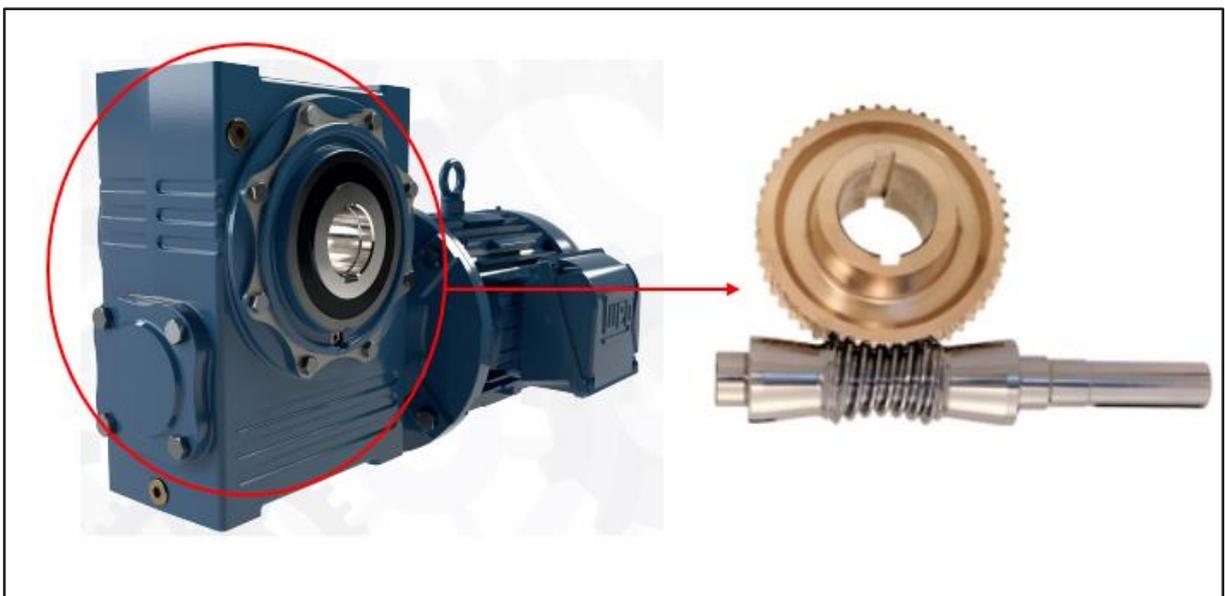
Inserido na classe dos elementos de transmissão de potência, o redutor de velocidade, de acordo com Shigley, mischke, budynas (2005), é um sistema movido que recebe um movimento angular de um componente motriz.

Os redutores são componentes constituídos por carcaça de ferro fundido, eixo, rolamentos, pinhões, engrenagens e retentores, que através da rotação que é admitida pelo motor acoplado passa pela caixa de redução formada pelo conjunto de engrenagens que proporcionam uma redução de velocidade e aumentando o torque (PAULO, 2019).

2.3.1 Redutor coroa e rosca sem fim

De acordo com Amancinha (2016), os redutores de coroa e rosca sem fim são projetados com eixos, normalmente, com um ângulo de 90° , conforme ilustra a figura 2. Em decorrência disso, o escorregamento entre os flancos da rosca sem fim, e dos dentes da coroa traz grandes benefícios, em comparação aos redutores de eixos paralelos, como por exemplo baixo nível de ruídos, absorção superior de vibração e estrutura menor. No entanto requer um cuidado especial com a lubrificação, pois devido os estados da superfície dos dentes da coroa e flancos do parafuso pode afetar na potência perdida e desgaste.

Figura 2 - Redutor de velocidade, coroa e rosca sem fim.



Fonte: Adaptado de Catálogo Weg, (2021) e Cone drive, (2011)

2.3.2 Lubrificação de redutor de coroa sem fim

Conforme o catálogo e manual da Weg (2021), realizar a lubrificação e substituição de lubrificante apropriado e de método correto, está diretamente relacionado ao tempo de vida útil do reduto. Em concordância com Agma (1997), os desgastes dos dentes das engrenagens são minimizados, pois o lubrificante exerce as funções de reduzir o atrito, proteger contra corrosão e manter o sistema termicamente estável.

Essa lubrificação do componente é realizada através do engrenamento, denominada salpico, especialmente no momento da separação das superfícies dos dentes das engrenagens, acarretando na formação de uma película essencial para que as pequenas saliências nas superfícies não se resvalam. Desse modo, Carreteiro (2006) discute:

“Lubrificação por salpico. A engrenagem maior mergulha no óleo transportar-o e salpica-o no ponto de engrenamento e nos mancais. O nível correto é importante, pois se for baixo, resultará em distribuição deficiente e falta de lubrificação; se for alto provocará agitação excessiva, consumindo força e gerando calor, com o consequente aumento da temperatura, que influirá na viscosidade do óleo.” (CARRETEIRO, 2006, p. 189).

2.4 Lubrificação

Uma superfície quando movida em contato com outra superfície, existirá uma força contrária a esse movimento. Em algumas situações, pode ser prejudicial, porque dificulta o movimento e consome energia motriz sem realizar trabalho, ou seja, força essa que é denominada atrito ou resistência ao movimento (CARRETEIRO, 2006).

O papel da lubrificação, é fazer com que esse atrito sólido seja substituído pelo atrito fluido, através da introdução de uma substância que formam uma camada entre as superfícies sólidas que estejam em contato entre si e que realizam deslocamentos relativos. (Batista, 2018). Neste contexto, essas propriedades da lubrificação são responsáveis pela redução de desgastes entre as superfícies e obtém outras reduções como:

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

f) Redução do desgaste.

2.4.1 Tipos de óleos lubrificantes.

Os óleos lubrificantes são denominados de acordo com sua viscosidade, ponto de fulgor, carga de aditivos, densidade, dentre outros. Essas características se têm e variam devido às suas origens que são: óleo mineral, sintético, vegetal e animal.

Segundo Carreteiro (2006) e Petrobras (2019), originadas do petróleo, as bases lubrificantes são os principais constituintes dos lubrificantes. Tal como os óleos básicos minerais, adquirido através do petróleo cru, e os bases sintéticos, de síntese de compostos relativamente puros com propriedades adequadas para o uso como lubrificantes.

Desse modo, os óleos básicos minerais são produtos de baixo custo e produzidos em grande escala. Ademais, são oriundos da destilação e refinação do petróleo, que consiste em carbono (C) e hidrogênio (H), sob forma de hidrocarbonetos. Além disso, nos óleos minerais os hidrocarbonetos predominantes na sua composição são os parafínicos ou naftênicos, acarretando em diferentes características e aplicações. Por fim, são utilizados principalmente em veículos de motor a combustão, máquinas e componentes industriais (PETROBRAS,2019).

Tabela 1 - Características do lubrificante

Características	Parafínicos	Naftênicos
Ponto de Fluidez	Alto	Baixo
Índice de Viscosidade (IV)	Alto	Baixo
Resistência à oxidação	Grande	Pequena
Oleosidade	Pequena	Grande
Resíduos de carbono	Grande	Pequena
Emulsibilidade	Pequena	Grande

Fonte: Adaptado (CARRETEIRO,2006)

Os óleos sintéticos vêm da indústria petroquímica produzida por síntese química. Ademais, são os melhores lubrificantes, em contrapartida são também os mais caros, pois foram desenvolvidos especialmente para áreas industriais e militares a fim de atender às mais adversas condições possíveis. Diante disso, têm vantagens elevadas como resistência à temperatura extrema e suas variações, melhor equilíbrio químico, resistência a oxidações superiores, elevado tempo de vida útil e conseqüentemente restringe descartes a curto prazo (SENAI,1997). Ademais, Carreteiro (2006) discorre que,

“Alguns fatores como novos projetos de equipamentos menores e mais severos; novos conceitos de manutenção, onde o tempo de funcionamento ininterrupto e a vida útil do equipamento e do óleo tornam-se importantes; o aumento de custo operacionais de inatividade e de mão-de-obra e a necessidade e a necessidade de aumento de produção com o mesmo projeto de máquina, viabilizaram o incremento da utilização de produtos mais sofisticados e específicos como sintéticos.” (CARRETEIRO,2006, p.22).

Por sua vez, o óleo vegetal já se auto explica, são aqueles óleos extraídos dos vegetais. De acordo com Campestre, (2022) “óleos vegetais foram extraídos das mais diferentes espécies. Cada óleo tem uma característica especial. Sabor, aroma, cor, aspecto, sempre haverá um conjunto perfeito para atender de forma especial as suas mais exigentes necessidades.”. Ainda, Mang e Dresel (2007) apontam que as indústrias de lubrificantes estão investindo nas produções de óleos vegetais em razão de serem utilizados na produção de biodegradáveis, porém ainda não são produzidas em grande proporção devido suas limitações, como baixa fluidez em temperaturas e baixa estabilidade de oxidação. Desse modo, seu uso se dá mais nas áreas de culinária, de veterinário e de farmacêutico.

Por último, o óleo animal origina-se de óleos de peixes e bovinos como: sebo, banha e mocotó. Esses óleos são muito utilizados para fins nutricionais, cosméticos, limpeza, medicamentos e outras. Entretanto, nas indústrias para lubrificação são menos utilizados em virtude da sua instabilidade química e variação de temperatura (SENAI,1997).

2.5 Manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009), para uma empresa permanecer competitiva, necessita-se de alta disponibilidade de maquinário com foco em volume e em qualidade de mercadoria e operações eficazes, tendendo a um baixo custo operacional considerando o cenário atual do setor industrial.

Ainda em conformidade com Kardec e Nascif (2009), a atual missão e conceito da manutenção é certificar a disponibilidade e a confiabilidade de equipamentos, atendendo os processos de produção, de modo seguro, com custos adequados e mínimo impacto ambiental. Para além disso, Senai telecurso (2000), afirma que “podemos entender a manutenção com o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações”.

2.5.1 Tipos de manutenção

A NBR 5462 (1994), objetiva a confiabilidade e maneabilidade, e dentre essas concepções estão os tipos de manutenção, que são: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

A manutenção corretiva, segundo a NBR 5462 (1994), “manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. Intervenção essa que o custo e tempo são altos, pois além de cessar a atividade de produção da empresa, os potencializadores são a compra de materiais de reposição emergencial e serviços sem planejamento.

Já a manutenção preventiva, de acordo com a Norma brasileira NBR 5462 “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critério prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”. Sendo assim, o custo é intermediário, pois há necessidade de manter materiais em estoques, mas de acordo com os planos já elaborados têm-se os tempos de intervenções previamente estabelecidos.

Por fim, a manutenção preditiva é a realização de coleta de dados, através de ferramentas apropriadas, para acompanhar a real situação do equipamento que está sendo monitorado. Sendo assim, embasado nesses dados, realizando intervenções na máquina, equipamento ou componente se necessário. A utilização dessa técnica de manutenção resulta em reduções de falhas não esperadas, paradas de produção, além de redução de acidentes por falhas trágicas, assegura um reforço de segurança pessoal e da instalação. (KARDEC; NASCIF,2009)

Dessa forma, a NBR 5462(19914) afirma que, o objetivo da manutenção preditiva é prever a condição do equipamento e descobrir falhas ainda no estado inicial, sendo não prejudicial ao equipamento ou processo de produção e o custo e tempo despendidos são infinitamente menores do que com a manutenção corretiva, pois há a oportunidade de planejar e programar execuções necessárias para retirada da falha.

2.6 Engenharia de manutenção

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a prática da engenharia de manutenção representa uma transição cultural. No qual realiza todo suporte técnico para a manutenção, de modo que, não se tem mais o pensamento de consertar continuamente, mas sim parar e procurar as origens dos problemas, com o objetivo de desabituar-se de conviver com problemas crônicos. Através de aplicação de melhorias e rotinas consolidadas, que são:

- a) Aumentar disponibilidade e confiabilidade;
- b) Elaboração de planos de manutenção e inspeção;
- c) Gerir materiais sobressalentes;
- d) Analisar e estudar falhas;
- e) Alterar situações de má performance;
- f) Aprimorar padrões e sistemáticas;
- g) Aumento de segurança;
- h) Análise de indicadores;
- i) Zelar a documentação técnica.

Para que ocorra essas adequações, são necessárias metodologias que são ferramentas de grandes importâncias que auxiliam no cotidiano da engenharia de manutenção. Sendo assim uma dessas ferramentas é a manutenção produtiva total (TPM).

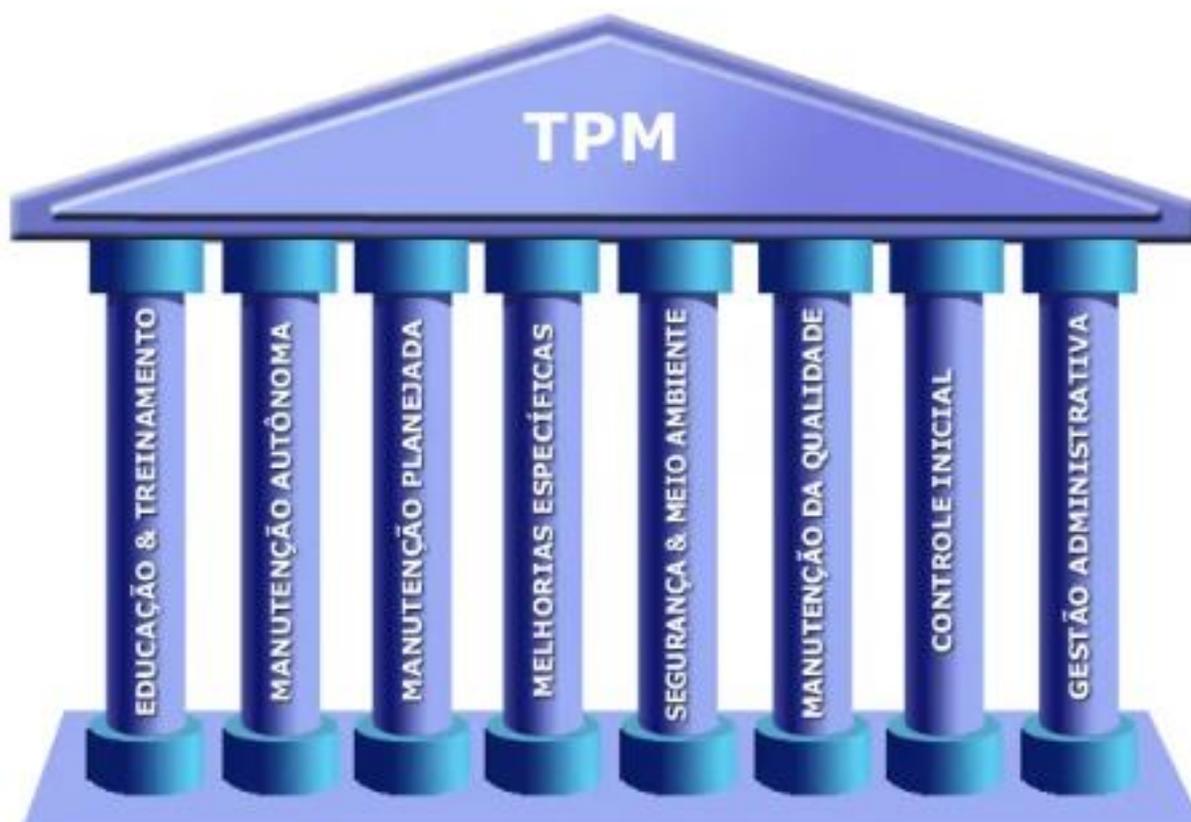
2.7 Manutenção produtiva total (TPM)

O termo TPM é a sigla de *Total Productive Maintenance*, ou manutenção produtiva total, é uma metodologia originada no Japão em meados de 1950, com a demanda de zero perda e zero falha no processo. Mas só se consolidou de forma ampla em 1970, após a Nippo Denso ser a primeira companhia a utilizar a metodologia, e assim realizando uma inclusão dos esforços de uma manutenção autônoma com preventiva e a melhoria da confiabilidade (Pereira, 2009).

De acordo com Wyrebski (1997), a finalidade da Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* (TPM), é reunir toda a empresa, desde a diretoria ao chão de fábrica, em torno da manutenção produtiva de todos os setores. Com instruções, para que todos os funcionários entendam, uma vez que eles são os que melhor conhecem seus equipamentos de trabalho, isto é, são elas que serão as melhores pessoas para restaurar ou alterar algo no equipamento, em benefício do aumento de produtividade e qualidade. Em concordância Wilmott e McCarthy(2001), afirmam que a utilização na totalidade da empresa do método da manutenção produtiva total (TPM) é a maneira mais eficiente de agregar valor a cadeia de produção, tendo uma determinação contínua de anulação de desperdício ao longo da mesma, maximizando o seu valor.

Segundo Kardec e Nascif (2002) o progresso do TPM em uma organização é realizado por meio de oito pilares, que asseguram o estabelecimento de um sistema que tende atingir a maior eficiência de produtividade. Como retratado na figura 3 abaixo:

Figura 3 - Os oito pilares do TPM.



Fonte: Apostila de mecânica (2018)

Cada pilar corresponde a cada área diferente, mas todos correspondem ao benefício do constante desenvolvimento em geral de toda corporação.

2.7.1 Manutenção autônoma

Pilar que é o desenvolvimento da capacidade dos operadores, para que possam atuar como mantenedores de seu próprio equipamento. Com responsabilidades como de manter seus equipamentos nos melhores estados possíveis, através das limpezas, inspeções, pequenos reparos, para que assim os mantenedores específicos direcionem seus esforços em outras tarefas que demandam um conhecimento técnico elevado. Para que assim seja alcançado um alto nível de produtividade (PEREIRA,2009).

Ainda destacado por Pereira (2009), as principais atividades da manutenção autônoma é:

- a) Manipulação correta das máquinas e equipamentos;
- b) Preenchimento de documentação diários das ocorrências e ações;
- c) Inspeção do equipamento de forma autônoma;

- d) Aplicação de limpeza e organização;
- e) Fiscalização com base nos sentidos humanos: visão, audição, olfato e tato;
- f) Realização de ajustes e reparos simples;
- g) Realização de manutenção preventiva simples;
- h) Lubrificação do equipamento;
- i) Participação em treinamentos e em grupos de trabalho.

2.7.2 Manutenção planejada

Sendo encarregado ao setor de manutenção, supervisores e técnicos, que tem a responsabilidade da manutenção de forma geral na empresa. O principal intuito desse pilar é a eliminação de paradas de produção em função de problemas relacionados a defeitos de manutenção. Por meio de procura de causas raízes de falhas nos equipamentos, e assim que identificada, seja eliminada através de ações preventivas, que são utilizando todos os conhecimentos técnicos para o planejamento de frequência de intervenção nos equipamentos, materiais utilizados, responsável, dentre outros. Visando então o aumento do *Overall Equipment Efficiency* (OEE), que é um método que é avaliado pelo TPM numa tentativa de obter a melhor eficiência dos equipamentos (KARDEC; NASCIF, 2002).

Em concordância a Apostila de Manutenção mecânica (2018), afirma que é de responsabilidade do departamento de manutenção:

- a) Apontamento da atual situação dos equipamentos;
- b) Implantação de uma organização de melhoria individual;
- c) Implantação de um sistema de controle de informações;
- d) Implantação de um sistema de controle de manutenção programada;
- e) Implantação de um sistema de manutenção preventiva;
- f) Apontamento dos resultados da manutenção.

Ademais, Pereira (2009) cita um pensamento de um autor desconhecido:” A manutenção não deve ser apenas aquela que conserta, mas aquela que elimina a necessidade de consertar.”

2.7.3 Manutenção da qualidade

De acordo com Tavares (1999), é o pilar que busca uma excelência em todos os estágios da produção, visando os padrões de qualidade do produto final exigidos pelos clientes. Buscando sempre estabelecer os seguintes procedimentos;

- a) Análise de eventuais interferências do estado de operação do equipamento na característica do produto ou serviço ofertado pela empresa;
- b) Estabelecimento de parâmetros, em conjunto com manutenção, engenharia, qualidade, produção e operação, para serem indicadores dessas interferências.
- c) Embasando na necessidade do cliente, realizar o monitoramento desses parâmetros estabelecidos e determinar as metas a serem realizadas.

2.7.4 Melhorias específicas ou melhorias individuais

Pilar que também é conhecido como melhoria focalizada, tem como objetivo uma melhoria contínua que visa reduzir os problemas em busca de um melhor desempenho. Por meio de gerenciamento de estáticas geradas por dados das informações dos equipamentos (PEREIRA,2009).

2.7.5 Controle inicial

No pilar do Controle inicial, Kardec e Nascif (2002) mencionam que é um sistema de gerenciamento na fase inicial para novos projetos e equipamentos. Isto é, implantar um sistema de monitoramento, para assim eliminar falhas por falta de histórico suficiente para a manutenções futuras. Em concordância, Pereira (2009), afirma que esse gerenciamento é um conjunto de realizações que planejam a precaução com as manutenções futuras.

2.7.6 Educação e treinamento

Educação e Treinamento é um pilar do TPM que tem como objetivo a capacitação de todos colaboradores, sendo desde, gerência, líderes, mantenedores e operadores. Através dessas aquisições de novas habilidades e a melhoria da autoestima e motivação, que se obtém a redução de perdas por falhas humanas (PEREIRA,2009). Redução essas que são:

- a) Melhoria de Tempo e qualidade de *Setup*;

- b) Parada de produção;
- c) Produção reduzida;
- d) Perdas de tempo;
- e) Imperfeições de qualidade;
- f) Perdas de início de produção.

Ainda afirma Pereira (2009), que a falta de importância desses pilares pode ocasionar, por exemplo, má realização de *setup* que, em consequência, gera produtos fora do especificado, tendo então perda de qualidade e refugos.

2.7.7 Segurança, saúde e meio ambiente

Pereira (2009) diz que o objetivo do pilar de Segurança e Meio Ambiente, é garantir a minimização e até a eliminação de acidentes ambientais e acidentes de trabalho. Pois se trata de uma obrigatoriedade de leis que uma empresa tem que seguir em sua operação. Uma empresa que tem um lucro alto, porém altas ocorrências de acidentes de trabalho ou acidentes com meio ambiente, na realidade não tem esse lucro. Em concordância, Tavares (2009) afirma que ações preventivas para obter metas de zero acidentes, impactam nos custos diretos e indiretos com acidentes e meio ambiente.

2.7.8 Administração ou melhoria administrativa

Para Kardec e Nascif (2002), o pilar da Administração objetiva um aumento de efetividade nos departamentos administrativos. Ademais, Pereira (2009), afirma que ampliar a metodologia do TPM para as demais áreas faz com que se alcance maiores objetivos de perda zero. Uma vez que todos departamentos têm impacto na produção. Além disso, a chave de uma alta produtividade é uma boa comunicação entre todos departamentos.

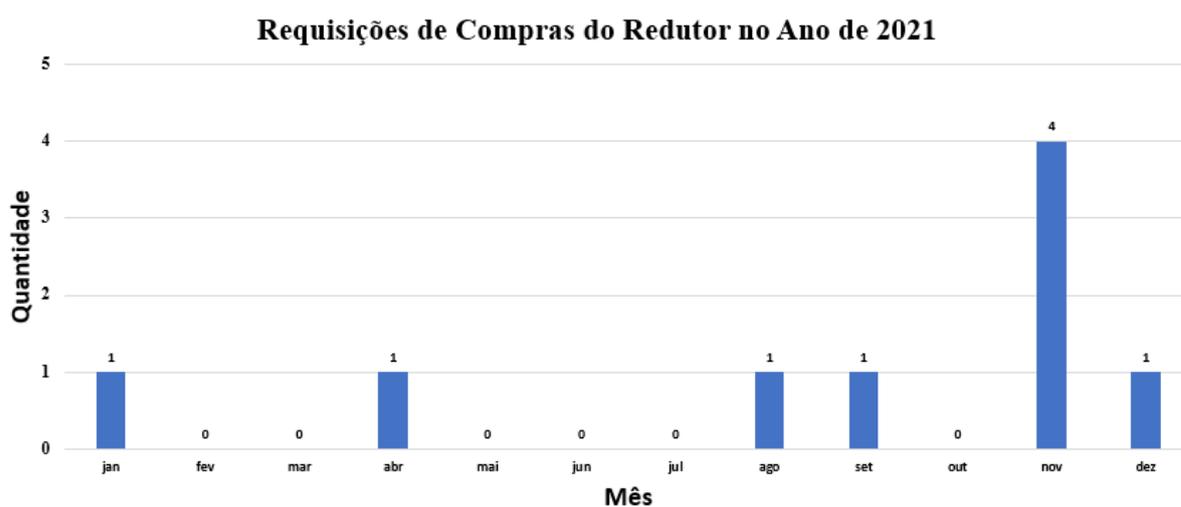
3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a elaboração da proposta, deu-se através da pesquisa de campo e pesquisas bibliográficas. No campo o foco se deu através da necessidade de uma melhoria, no qual foi observado no cotidiano da empresa essa possibilidade. Já a pesquisa bibliográfica que se configura pela necessidade de encontrar uma resolução para o problema de pesquisa.

3.1 Identificação do problema

Primeiramente a pesquisa se iniciou com a observação do problema de pesquisa. No qual a manutenção no redutor de velocidade, atualmente só é realizada a manutenção de forma corretiva, sistema quebra e conserta, onde as retificas só recebem atendimento em seu redutor quando realmente não está funcionando adequadamente ou o modo de operação está danificando a qualidade do produto. Sendo então necessária a troca do redutor por um novo. E assim foi notado o aumento de compra do componente, conforme apresentado na coleta de dados da figura 4.

Figura 4 - Quantidade de redutores comprados no ano 2021 para linhas de acabamento.



Fonte: O autor.

Como é observado na figura 4 acima o índice de compra estava acima do normal para um componente desse modelo. Levando em consideração apenas a compra do mês de abril foi

realizada de modo padrão. Sendo o restante de forma emergencial, por consequência pagando o triplo do preço.

Após observado o problema, na segunda etapa, como forma de conduzir a pesquisa, foram levantadas as informações da retífica *centerless* e do redutor de velocidade em específico de acordo com informações mencionadas no tópico do referencial. Podendo considerar-se que, devido ao modo de operação e com passar do tempo sem a substituição do lubrificante há uma perda natural de eficiência, contaminação do lubrificante e em consequência disso o desgaste dos componentes internos dos redutores. Conforme a figura 5 de um componente que retirado e desmontado da retífica para melhor visualização, redutor esse que não é realizado nenhuma manutenção preventiva.

Figura 5 - Redutor retirado da retífica *centerless*.



Fonte: O autor.

Na figura 5 os pontos estão identificados como P adicionado de números para uma melhor visualização. Através da análise, juntamente com o mecânico especializado, foi constatado que P1 e P2 estavam em condições de uso, pois os filetes da rosca sem fim P1 e os dentes da coroa P2 não apresentaram desgastes ou início de trincas. Porém os rolamentos P3 estavam muito danificados e sem condições de operação com travamento ao realizar o

movimento de rotação ou com descascamentos nas pistas, devido a quantidade em excesso de partículas do óleo da lubrificação P4 que estava com excesso de contaminação. Problema esse que foi possível por motivo de obstrução da válvula de respiro P6 que ocasionou a danificação dos retentores P5 que possibilitou a passagem de contaminadores.

3.2 Relação de materiais

Sendo assim, através do material retirado e com catálogo do fornecedor em mãos, foi realizado o levantamento das peças e lubrificantes utilizados no redutor. A fim de utilizar como referências para elaboração do plano de lubrificação. Matérias essas conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Peças reposição para redutor coroa e rosca sem fim

Material do redutor coroa e rosca sem fim			
Item	Descrição	Código	Quantidade
1	Rolamento	6009-2RS1	2
2	Rolamento	32009	1
3	Rolamento	30205	1
4	Retentor	45x60x8 HMSA10 RG SKF	3
5	Respiro	Latão G1/8"	1

Fonte: O autor.

Peças essas que foram levadas em consideração a necessidade de verificação de substituição conforme já visto na figura 5, por conta de desgaste, tempo de vida útil, contaminação entre outros. Não incluídos na lista a coroa e a rosca sem fim, pois a compra dos dois itens é por volta de 80% do valor de um novo redutor de velocidade.

Conduzindo então com a verificação do lubrificante através do o Catálogo Weg (2021). No qual o fabricante do redutor de velocidade afirma que, a primeira troca da lubrificação é recomendada após 7500 horas de operação ou 18 meses em condições normais de trabalho, sendo respeitada a tabela 3 para a escolha dos lubrificantes sintéticos recomendados.

Tabela 3 - Lubrificantes sintéticos recomendados.

Fabricante	Simbologia na placa do redutor	Viscosidade mm²/s (c St) a 40°C ISO-NLGI	Tipo dos lubrificantes Temp. Máxima do óleo-90°C
ExxonMobil	AO	VG 460	SHC 634
Shell	OB	VG 460	Tivera S 460
Kluber	OC	VG 460	Synth - EG4-460
Kluber	OD	VG 460	Syntheso D460 EP
Petrobras	-	VG 460	Lubrax Syntesis Gear 0 460

Fonte: Adaptado de Catálogo Weg, (2021).

Desse modo, foi optado pelo uso do lubrificante sintético, porque é o lubrificante que já é fornecido de fábrica no equipamento e conforme já demonstrado tem características que atende melhor o redutor de velocidade.

3.3 Escolha dos pilares do TPM

Em consequente, o terceiro passo se deu através da pesquisa bibliográfica. Que visa administrar e desenvolver o melhor plano de manutenção preventiva, buscando demonstrar um vínculo entre vários autores dessas pesquisas. Sendo eles de livros, artigos, manuais técnicos, normas e acervos bibliográficos. Com a finalidade de tomada de ação para combater o alto índice de troca do redutor de velocidade.

Para elaboração do plano de manutenção preventiva do redutor conduziu-se a partir dos fundamentos das reflexões do embasamento teórico de manutenção preventiva e dos pilares do TPM que é um ótimo auxílio no cotidiano da engenharia. Portanto, todos os 8 pilares estão envolvidos de forma direta ou indireta, mas os que estão em foco são: Manutenção autônoma, manutenção planejada, educação e treinamento e controle inicial.

3.3.1 Manutenção autônoma

O pilar da manutenção autônoma, será de grande importância para capacitar os operadores das máquinas a realizar uma primeira manutenção e medidas preventivas no redutor de velocidade. Pois serão qualificados e encarregados de realizar a limpeza externa, inspeções frequentemente, realizar ajustes simples e a substituição do lubrificante no equipamento.

Atribuições essas que serão executadas de acordo com um documento de inspeção de rotina, que ficará localizado de fácil visualização em cada máquina para os operadores.

O modelo do documento de registro de inspeção dos operadores no redutor de velocidade das retíficas *centerless* estará demonstrado na figura 7 do tópico de resultados. Essas atividades serão de grande valor para a aplicação futura da realização da manutenção preventiva do equipamento pelo pessoal do departamento de manutenção.

3.3.2 Manutenção planejada

O Pilar da manutenção planejada, dentre os oito pilares, é um dos mais importantes para a elaboração do plano de manutenção preventiva do redutor de velocidade, pois como demonstrado o objetivo do pilar é fazer a prevenção antes de uma falha ser ocasionada.

Por meio do levantamento das informações dos componentes do redutor de velocidade ao desmontar juntamente do catálogo técnico do equipamento, foi possível planejar a proposta de manutenção preventiva para o redutor de velocidade conforme a figura 6 no tópico resultados.

Para a utilização correta dos pilares da manutenção planejada e manutenção autônoma e conseqüentemente dos documentos elaborados, é fundamental a utilização e aprendizado de outro pilar do TPM, conforme continuação do estudo.

3.3.3 Educação e treinamento

Educação e treinamento é o pilar que objetiva a capacitação e treinamento de todos os colaboradores. Nesse contexto é essencial para um entendimento claro e simplificado das propostas elaboradas, a realização de apresentações, treinamento coletivo e eficiente onde é demonstrado a forma correta de manuseio e operação do equipamento.

Desse modo, é neste pilar do TPM que os planos de manutenções devem ser demonstrados, para os mantenedores e operadores, a correta forma de realizar as atividades e preencher os documentos. Para que assim, haja a execução sem dificuldades e com qualidade.

3.3.4 Controle inicial

Seguindo o pensamento dos pilares do TPM, o controle inicial tem como objetivo estabelecer um monitoramento desde as fases iniciais de novos projetos, a fim de evitar falhas

por falta de histórico. Após a aplicação do plano de manutenção preventiva, para monitoramento, será efetuado às análises através de alguns dos indicadores de manutenção que são os *Key Performance* (KPI).

Esses indicadores, segundo Apostila de manutenção mecânica (2018), são ferramentas que aplicadas, permitem medir a eficácia das ações tomadas, bem como medir os desvios entre padrões, são um forte combatente para eliminar perdas e quebras provenientes de falhas, pequenas paradas. Indicadores, através de levantamento de dados de um determinado *software*, são representados por gráficos, números, planilhas, geralmente quantitativos, são uma forma de fazer um gerenciamento mais visível para acompanhamento de metas.

MTBF: tempo médio entre falhas vem do inglês *Mean Time Between Failure*. Obtém-se uma média de operação do maquinário entre uma parada e outra, sendo número total de equipamento trabalhando pelo total de falhas detectadas nesse maquinário (KARDEC;NASCIF, 2009).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total trabalhado}}{\text{Número de falhas}} \quad (1)$$

MTTR: tempo médio para reparo vem do inglês *Mean Time Between Failures*. Reflete através da média aritmética dos tempos de intervenção no maquinário, ou seja, tempo total de paradas para manutenção, pelo número de intervenções para reparo (KARDEC;NASCIF, 2009).

$$MTTR = \frac{\text{tempo Total de Manutenção}}{\text{Números Total de reparação}} \quad (2)$$

Disponibilidade: Segundo a norma Técnica (ABNT), retrata a disponibilidade de um equipamento estar em capacidade de executar suas funções.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100 \quad (3)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na apresentação dos resultados e discussões, estão as elaborações dos documentos do plano de manutenção preventiva e de inspeção para produção do redutor de velocidade. Esses documentos foram desenvolvidos a partir dos embasamentos teóricos estudados.

4.1 Plano de manutenção preventiva

Conforme já mencionado, a elaboração do plano de manutenção preventiva do redutor conduziu-se a partir dos fundamentos e das reflexões do embasamento teórico de manutenção preventiva, pilares do TPM e catálogos técnicos.

Sendo assim, Vianna (2002) afirma que, um plano de manutenção para ser eficiente e atenda as demandas do departamento de manutenção, tem de ser elaborado com base nas recomendações do fabricante do equipamento e devem estar inclusos os seguintes dados: Título do plano de manutenção, Equipamento, frequência de intervenção, datas intervenção e próxima data, planejador responsável pelo planejamento e materiais necessários.

Desta forma, as tarefas do documento da figura 6 e 7 foram criadas com base nas indicações do catálogo do fabricante do redutor de velocidade. Sendo a frequência de intervenção, tipo de óleo ideal, quantidade de óleo lubrificante e graxa nos rolamentos. Entretanto, para seleção dos materiais de reposição como, rolamentos e retentores, houve a necessidade de abrir o componente e verificar as codificações ou medidas para incluir no documento, pois no catálogo técnico consta somente quantidade e não os códigos específicos dos materiais.

Ademais, conforme Figura 6, documento esse que o departamento de manutenção é responsável por gerenciar todas as necessidades como planejar, programar, monitorar e adquirir os recursos necessários, para que o plano de preventiva decorra com qualidade e eficiência.

Figura 6 - Plano de manutenção preventiva.

CHECK LIST de manutenção preventiva				
EQUIPAMENTO: RETIFICA CENTERLESS		TAG:		
COMPONENTE: REDUTOR WEG MAGMA M05		LINHA:		
PLANEJADOR: Luiz Ricardo		FREQUÊNCIA: 12 MESES		
DATA DE REALIZAÇÃO: __/__/		PRÓXIMA DATA DE REALIZAÇÃO: __/__/		
INTERVENÇÃO MECÂNICA		STATUS		OBSERVAÇÕES
		Realizado	Não Realizado	
Desmontar do redutor				
1	Realizar a abertura do redutor e esgotar todo o lubrificante.			
2	Realizar limpeza de todas as peças com solvente normal.			
Eixo coroa e rosca sem fim				
3	Verificar condições de trabalho da coroa e rosca, folgas no engrenamento.			
4	Realizar limpeza com solvente normal.			
Rolamentos Eixo Coroa				
5	Verificar condições, Desgaste, folgas, pistas. Em condições de uso recolocar graxa $G=0,005xD$ (e externo) x B (largura do rolamento). Quantidade obtida em Gramas.			
6	Necessidade de troca do Rolamento. Descrição SKF 6009-2RS1.			
Rolamentos Eixo rosca Sem Fim				
7	Verificar condições, Desgaste, folgas, pistas. Em condições de uso recolocar graxa $G=0,005xD$ (e externo) x B (largura do rolamento). Quantidade obtida em Gramas.			
8	Necessidade de troca dos Rolamentos. Descrição SKF 30205 e SKF 32009.			
Retentores				
7	Verificar condições das vedações, possíveis danos, furos que de passagem.			
8	Necessidade de troca dos retentores. Descrição SKF 45x60x8 mm HMSA10 RG.			
Respiro				
9	Verificar condições. Se há necessidade desobstrução, limpar com solvente comum não inflamável.			
10	Necessidade de troca. Descrição Respiro Latão G1/8".			
Montagem do redutor				
11	Montagem dos componentes na carcaça e abastecimento com 0,65 L de lubrificante OMA LA S4CX460 ou outro sintético ISO-NLGI 460.			
12	Remontagem na retífica.			



Fonte: O autor.

4.2 Check list de inspeção para produção

Visando potencializar a prevenção do redutor de velocidade, ainda seguindo orientações dos catálogos técnicos do componente, foi desenvolvido um *check list*, conforme ilustra na Figura 7, de rápida inspeção semanal para os operadores das retíficas realizarem. Este registro ficará fixado na máquina de forma visível e realizado de forma correta.

Figura 7 - Check list de inspeção da produção.

CHECK LIST de inspeção para Produção				
EQUIPAMENTO: RETIFICA CENTERLESS		TAG:		
COMPONENTE: REDUTOR WEG MAGMA M05		LINHA:		
PLANEJADOR: Luiz Ricardo		FREQUÊNCIA: Segundas-feiras		
DATA DE REALIZAÇÃO: __/__/__		PRÓXIMA DATA DE REALIZAÇÃO: __/__/__		
Atenção: Informar manutenção em caso de dúvida ou alguma anomalia não listada.		STATUS		OBSERVAÇÕES
		Realizado	Não Realizado	
Tarefas com Autonomia para atuar				
1	Realizar limpeza externa do Redutor com solvente normal e não inflamável.			
2	Verificar condições do respiro do redutor. Se for o caso desentupi-o			
3	Verificar o nível do óleo no redutor, através dos bujões. Se necessário, completa-lo.			
4	Verificar se há afrouxamento dos parafusos.			
5	Verificar condições das fixações da placa de identificação.			
Tarefas que necessário informar manutenção em caso de diagnóstico positivo.				
6	Examinar a presença de ruídos ou vibrações anormais.			
7	Examinar a presença de ruídos ou vibrações anormais.			
8	Examinar possíveis vazamentos de óleo.			
9	Verificar possíveis existências de prováveis potenciais de contaminação do óleo.			
10	Verificar sistemas de transmissão e possíveis atritos.			



Fonte: O autor.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal elaborar uma proposta de plano de manutenção preventiva em redutores de velocidade de retíficas de uma empresa do ramo automobilístico, a fim reduzir paradas inesperadas das máquinas e aumentar o tempo de vida útil do redutor, para que consequentemente reduza os gastos não planejados. Sendo esse plano desenvolvido como as metodologias da manutenção preventiva, manutenção produtiva total TPM e juntamente com catálogos técnicos do componente.

Conforme evidenciado ao longo do tempo, a tendência natural dos componentes é se desgastar, visto que não existia uma manutenção nos redutores de velocidade e sim sendo realizada a substituição do componente por um novo, porém com todas as limitações de compras demonstrado. Portanto conclui-se que os resultados do plano elaborado foram satisfatórios, uma vez que o plano de manutenção preventiva e o plano de inspeção da produção, em prática a tendência de ocorrer falhas no componente é mínima. E em caso de ocorrência, as peças de reposição já estarão em estoque para certa tomada de ação imediata no redutor de velocidade.

As verificações, após aplicação do plano de manutenção preventiva do redutor, seriam através das análises dos dados dos indicadores de manutenção mencionados. No entanto, em decorrência do término do contrato de estágio na empresa, não foi possível realizar a aplicação do plano de manutenção preventiva e obter a coleta desses dados.

Portanto, resta dizer que, com as intenções de readequação na forma de reparar os redutores de velocidade sendo inserido de forma gradual e fácil, abre caminhos para expansão para outros modelos de redutores encontrados na empresa.

6 REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, O. L. **Apostila da disciplina – Processos de Fabricação e Planejamento de Processos**. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- ALMACINHA, José António. **Redutor de parafuso sem-fim/roda de coroa**. 2016.
- American Gear Manufacturers Association; “AGMA 917-B97 – **Design Manual for Parallel Shaft Fine-Pitch Gearing**, AGMA, p 74-77, 1997.
- Batista, Fábio; **MANUTENÇÃO MECÂNICA**, Apostila de mecânica, instituto federal sul de minas gerais, 2018.
- CAMPESTRE, Disponível em : <https://www.oleosanimais.com.br/>, acessado em 26 de maio de 2022.
- CARRETEIRO, R. **Lubrificantes & Lubrificação Industrial**. Ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2006.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção - Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica Abreu's System, 2002.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: QUALITYMARK, 2009.
- LUBRIFICAÇÃO INDUSTRIAL. Disponível em: <https://traction.com/blog/lubrificacao-industrial-entenda-os-tipos-e-sua-importancia>
- MALKIN, S., **Grinding Technology: Theory and Applications of Machining with Abrasives**, first ed, Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.
- MEIS, F. U. **Geometrische und Kinematische Grundlagen fuer das spitzenlose Durchlaufschleifen**. Disseretation, RWTH – Aachen, 1980.
- MIKROSA, Körber Schleifring. **Prokuktionlösungen für spitzenlos Aussenrundscheifen**, 2005.
- NBR ISO 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro 1994. Disponível em:<https://pt.scribd.com/doc/55584329/NBR-5462-TB-116-Confiabilidade-e-Manutenibilidade>. Acesso em: 23 maio 2022
- OLIVEIRA, João Fernando et al. **Processo de texturização superficial de peças retificadas com uso de rebolo condicionado através da alteração da profundidade de dressagem**. 2010.
- PAULO, Lucas Issamu Nakasone. **Criação de um plano de contingência para redutores de velocidade para um setor de uma empresa moageira de soja da região dos Campos Gerais**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009

PETROBRAS, **Óleos Básicos Lubrificantes Informações Técnicas** dezembro de 2019, acesso em: <http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciaticnica/public/downloads/Manualde-Oleos-Basicos-Lubrificantes.pdf>, acessado em 26 de maio de 2022

ROSSI, M. **Máquina Operatrizes Modernas – Comandos Oleodinâmicos – Métodos de Usinagem – Tempo de Produção**, Vol.: II Editorial Científico – Médica, Barcelona: Espanha, 1970.

SENAI - ES, 1997, **Lubrificação Mecânica** - Trabalho realizado em parceria SENAI / CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão).

SHIGLEY, Joseph E.; MISCHKE, Charles R.; BUDYNAS, Richard G. **Projetos de Engenharia Mecânica**. 7. ed. Porto Alegre: BOOKMAN,

TAVARES, Lourival. **Administração Moderna da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 1999.

T MANG AND W. DRESEL, **Lubricants and lubrication**. 2nd Ed., 2007.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia; **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Quality, 2002.

WEG. Catálogo WEG Cestari: **MAGMA M Redutores de Coria e Rosca Sem-fim**, 2021 – Disponível em: <http://www.wegcestari.com.br/index.php/pt/downloads/catalogos-tecnicos>, acessado em 7 de março de 2022.

WEG. Manual WEG Cestari: **Redutores Coroa e Rosca Sem e Rosca (PT)**, 2021 – Disponível em: fim, <http://www.wegcestari.com.br/index.php/pt/downloads/manuais-tecnicos>, acessado 14 de março de 2022.

Wyrebski Jerzy. **Manutenção Produtiva Total** - Um modelo adaptado. - Florianópolis - SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

Wilmott, Peter, e Dennis McCarthy. **TPM - A Route to World-Class Performance**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001