LUBRIFICAÇÃO EM TURBINAS A VAPOR: estudo de caso em uma destilaria da região de Ribeirão Preto/SP

LUBRICATION IN STEAM TURBINES: case study in a distillery in the Region of Ribeirão Preto/SP

David Cesar Rufato[1]
Pablo Henrique Cipriano[2]
Antônio Carlos Muniz Ventura Júnior [3]
Maria Aparecida Bovério[4]

RESUMO

Desde a revolução industrial, uma das maiores preocupações dentro de uma indústria é evitar paradas indesejadas de seus equipamentos. Por décadas, a manutenção vem se especializando em métodos e meios para que a produção seja plena, sem contratempos. Nesse sentido, essa pesquisa tem por finalidade apresentar a importância da lubrificação industrial em turbinas a vapor, o uso correto de lubrificantes e como é feito seu descarte. Um bom plano de lubrificação dará a plenitude da vida útil de peças e equipamentos. Esse artigo teve como objetivo analisar os métodos de lubrificação em uma destilaria, especificamente em uma turbina. O tema-problema da pesquisa foi saber quais são os processos de lubrificação em uma turbina a vapor. Por meio de uma pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso em uma destilaria da região de Ribeirão Preto/SP, buscou-se investigar a lubrificação em turbinas a vapor, os métodos corretos de se fazer a lubrificação, o descarte do óleo lubrificante, a filtragem e o que ocasiona o desgaste. Como resultados dessa pesquisa pôde-se verificar que o processo de lubrificação em uma turbina a vapor é um sistema simples, porém eficaz. Conclui-se que a lubrificação é um fator decisivo sendo uma fonte de ganhos, proporcionando melhor rendimento dos equipamentos e, principalmente, a redução dos custos efetivos da manutenção.

Palavras-chave: Lubrificação. Lubrificante. Mancal. Filtragem. Descarte.

ABSTRACT

Since the industrial revolution, one of the biggest concerns within an industry is to avoid unwanted outof its equipment. For decades, maintenance has been specializing in methods and means for production to be full without setbacks. In this sense, this research aims to present the importance of industrial lubrication in steam turbines, the correct use of lubricants

[1] Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: dcr.dcr30@yahoo.com.br

2 Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: pablostz@hotmail.com

[3] Prof. Esp./mestrando da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: acm.ventura@gmail.com

[4] Prof. Pós-Dra. da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br

and how they are disposed of. A good lubrication plan will give the fullness of the service life of parts and equipment. This article aimed to analyze the lubrication methods in a distillery, specifically in a turbine. The problem-theme of the research was to know what the lubrication processes in a steam turbine are. Through a bibliographic research and a case study in a distillery in the region of Ribeirão Preto/SP, we sought to investigate the lubrication in steam turbines, the correct methods of lubricating, disposing of lubricating oil, filtering and what causes wear. As results of this research it was possible to verify that the lubrication process in a steam turbine is a simple but effective system. It is concluded that lubrication is a decisive factor being a source of gains, providing better equipment performance and, mainly, the reduction of effective maintenance costs.

Keywords: Lubrication. Lubricant. Bearing. Filtering. Disposal.

Data de submissão do artigo: 15/09/2020.
Data de aprovação do artigo: 07/11/2020.
DOI: 10.33635/sitefa.v3i1.127

1 INTRODUÇÃO

Essa pesquisa teve por finalidade apresentar a importância da lubrificação industrial em turbinas a vapor, o uso correto de lubrificantes e como é feito seu descarte.

De acordo com Carreteiro e Belmiro (2006) turbina a vapor é uma máquina térmica que aproveita a energia térmica do vapor sob pressão, gerado por uma caldeira, convertendo-a em trabalho mecânico. Essa máquina substituiu completamente o motor alternativo a vapor, que foi inventado por Thomas Newcomen. A aplicação do vapor como força motriz só se tornou realidade a partir dos trabalhos de Thomas em 1698. Esses trabalhos resultaram no motor alternativo a vapor que originou a revolução industrial (LIMA, 2009).

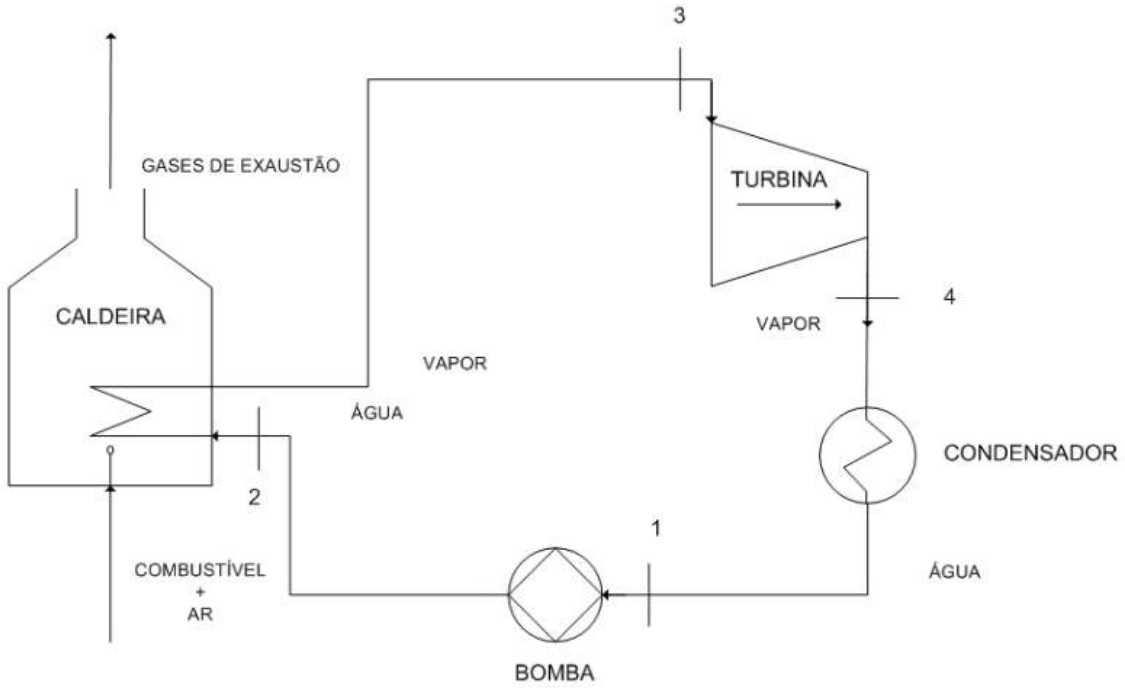
Segundo Carreteiro e Belmiro (2006) o vapor é gerado a partir do estado da água líquida por meio da queima de combustíveis, do aquecimento via resistências elétricas ou por outros meios químicos. A água passa por um recipiente (caldeira), recebendo calor até transformar-se em vapor.

Já o desenvolvimento da turbina a vapor demorou um pouco mais a iniciar, pois segundo os escritos de Lima (2019) entre o final do século XVIII e o século XIX, vários pesquisadores trabalharam juntos e mais de 100 patentes foram registradas entre 1880 e 1883, sendo que as primeiras turbinas a vapor foram construídas por Carl Gustav de Laval, do tipo impulso, e Charles Parsons, do tipo reação (LIMA, 2019).

Atualmente, segundo Lima (2019) a geração de energia elétrica a partir do vapor baseia-se, conforme mostra a Figura 1, nos seguintes equipamentos:

- Caldeira;
- Turbina;
- Condensador; e
- Bomba.

Figura 1 – Ciclo Rankine



Fonte: Lima (2019)

"O estado do vapor de água pode ser definido a partir de quaisquer duas das seguintes sete propriedades termodinâmicas: temperatura, pressão, volume específico, energia interna, entalpia, entropia ou título". (LIMA, 2019).

Segundo Almeida (2017) desde o início da industrialização no Brasil, desenvolvida entre 1808 a 1930, o foco das indústrias era a produção e, acima de tudo, a obtenção de lucros. Alguns processos, como a manutenção e a lubrificação, eram assuntos tratados de maneira secundária e sem nenhum critério, objetivando apenas sanar emergências. Com as inovações e evoluções, as tecnologias e as máquinas ganharam recursos que aumentaram consideravelmente a produtividade e a precisão das peças fabricadas. Esses exigiam, além de tipos de lubrificantes mais eficientes, métodos de fossem capazes de fornecer o máximo de rendimento, mesmo em condições de funcionamento com altas rotações, atritos excessivos, temperaturas e grandes contaminações do ambiente de trabalho.

A força de atrito corresponde a força exercida entre duas superfícies que estão em contato e, dessa forma, a força atrito possui direção, sentido e módulo, sendo uma força de oposição à tendência do escorregamento (ALMEIDA, 2017). Assim, a indústria sofre constantemente com seus maquinários e equipamentos industriais, pois esses equipamentos possuem algumas de suas superfícies em constante movimento em relação a outras superfícies e, durante a sua operação, sofre o atrito, conforme definido por Almeida (2017).

O atrito é uma resistência que se opõe ao movimento, essa resistência é medida por uma força, denominada força de atrito ou movimento. O atrito é encontrado em qualquer tipo de movimento entre sólidos, líquidos ou gases; o atrito sobre cada corpo tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

As forças de atrito que atuam entre superfícies em repouso relativo são chamadas de forças de atrito estático, sendo assim, elas acontecem quando não há movimento entre as superfícies. Já o atrito dinâmico é a força que atua sobre um objeto em movimento, faz com que perca aceleração e termine parado, é sempre menor que a força que agiu sobre o corpo e fez com que se movimentasse (MADUREIRA; BERNARDO, 2010).

Quando se pensa em lubrificação, vem em mente o petróleo, pois se entende que os lubrificantes sejam derivados do petróleo. O surgimento dos lubrificantes deu-se há milhares de anos antes de Cristo. O primeiro caso de uso de lubrificantes que se tem notícia, deu-se no Egito antigo, no tumulo de Rá-Em-Ka entre 2600-1700 antes de Cristo. Foi encontrado um tipo de trenó que em seus deslizadores continha resíduos de substância graxa (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Na maioria dos casos que envolvem lubrificação e lubrificantes no setor industrial, não há a preocupação da quantidade adequada de lubrificante a ser usado para determinado equipamento. Assim, muitas vezes, ocorre falta ou excesso de lubrificantes nos equipamentos, que, em alguns casos, são prejudiciais. Nesse sentido, justifica-se o interesse por essa pesquisa, considerando-se que a temática é importante para a área industrial, pois no caso de falta de lubrificante, o prejuízo maior é o atrito, causando aumento elevado da temperatura, desgaste prematuro do componente, que podem ocasionar em uma parada inesperada da produção.

Com o excesso de lubrificante, tem-se a formação de gases, que levará ao aumento da pressão interna, fazendo com que os elementos de retenção se rompam e esse lubrificante escoe para fora, causando, mesmo em pequenas proporções, um impacto ambiental, além de prejuízo financeiro em duas espécies, na perda do lubrificante e na manutenção não planejada do equipamento.

Carreteiro e Belmiro (2006) explicam que a coleta do lubrificante é essencial para o meio ambiente, e possuem uma relação direta com as legislações ambientais que são cada vez mais restringentes. As razões para que haja coleta do lubrificante são que eles podem ser reaproveitados e, também, tem considera a prevenção do ecossistema.

Nesse contexto, o tema-problema que essa pesquisa se propôs a investigar é: “quais são os processos de lubrificação em uma turbina a vapor?”

O objetivo geral é analisar os métodos de lubrificação em uma destilaria, especificamente em uma turbina.

Os objetivos específicos são:

- fazer um ensaio visual no equipamento para saber quais tipos de lubrificantes devem ser usados;
- realizar a análise de temperatura no equipamento para saber se está com a lubrificação correta;
- analisar os ruídos, por meio de análise auditiva primária;
- pesquisar o descarte após o uso do lubrificante; e
- analisar como é feita a filtragem e centrifugação do óleo lubrificante.

A hipótese dessa pesquisa é a de que os processos de lubrificação são importantes, pois a falta de lubrificação pode causar uma parada indesejada, o que interfere diretamente no lucro da empresa, uma vez que a destilaria possui os produtos com baixo valor agregado (o excesso de lubrificante causa gases, onde cria pressão e os elementos de vedação podem se soltar, além de sobreaquecer o equipamento).

2 TIPOS DE LUBRIFICANTES USADOS NA TURBINA À VAPOR

O tipo de lubrificante usado para lubrificar os mancais de uma turbina a vapor é o lubrificante líquido (óleo).

2.1.1 Óleo

Quanto à origem, os óleos podem ser classificados em quatro categorias, são elas: óleos minerais, óleos vegetais, óleos animais e óleos sintéticos, que de acordo com Almeida (2017) e Carreteiro e Belmiro (2006) possuem as seguintes características:

- Óleos minerais: são substâncias obtidas a partir do petróleo e, de acordo com sua estrutura molecular, são classificadas em óleos parafínicos ou óleos naftênicos; derivados da mistura de hidrocarbonetos obtidos do petróleo ou carvão.
- Óleos vegetais: são extraídos de sementes de soja, girassol, milho, algodão, arroz, mamona, oiticica e babaçu.
- Óleos animais: são extraídos de baleias, cachalote, bacalhau, capivaras, entre outros.
- Óleos sintéticos: são produzidos em laboratório através dos processos de transformação nas indústrias petroquímicas que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas para fabricá-los. Essas substâncias podem ser silicones, resinas, glicerinas.

2.1.2 Lubrificação Industrial

Segundo Weidlich (2009) a lubrificação pode ser definida como sendo o ato de introduzir adequadamente um material lubrificante entre duas superfícies que se encontram em movimento relativo, eliminando, assim, a probabilidade dessas superfícies entrarem em contato. Essa é a principal função da lubrificação, ou seja, reduzir o atrito entre duas superfícies, permitindo que ocorra apenas o atrito entre o fluido e o metal.

2.1.3 Desgaste

O desgaste é um dos três fatores que limitam a vida útil e desempenho de um componente ou equipamento. Ocorre quando a superfície das peças entra em contato durante seu funcionamento, podendo ser de conjuntos de engrenagens, máquinas e rolamentos, que podem sofrer deformações em função do atrito que existe entre elas (ALMEIDA, 2017).

A inserção do óleo lubrificante entre as partes móveis tem como finalidade reduzir o atrito, fazendo que o componente não precise exercer tanta força para realizar o movimento correto. Segundo Almeida (2017) existem vários tipos de desgaste:

1) desgaste adesivo: as superfícies dos componentes são planas e, se forem colocadas juntas, o que realmente estará em contato serão os picos da rugosidade delas. Dessa forma, gera deformação plástica, devido ao calor gerado pelo atrito entre os componentes;

2) desgaste abrasivo: caracteriza-se devido a materiais duros forçados contra e movendo-se ao longo de uma superfície sólida;

3) desgaste por fadiga: ocorre em componentes que têm altos números de repetições, por exemplo em pistões;

4) desgaste por corrosão: ocorre principalmente em meios corrosivos podendo ser eles líquidos ou gasosos e até mesmo em meios ácidos; e

5) cavitação: devido ao colapso das bolhas em um fluido, ocorre muito em pás de bombas hidráulicas.

A lubrificação adequada também evita que partículas estranhas penetram no interior do equipamento, além de prevenir a oxidação e corrosão dos componentes e de absorver choques (WEIDLICH, 2009).

Segundo Matos (2011) compreende-se que lubrificante é o material que se interpõe entre superfícies, formando uma película que evita ou minimiza o contato entre elas.

As principais funções de um lubrificante, de acordo com Matos (2011) são: a) redução do desgaste de peças devido ao atrito; b) resfriamento; c) proteção contra corrosão; e d) limpeza.

Os lubrificantes têm uma imensa gama de aplicações, como em engrenagens, compressores, turbinas, mancais sistemas hidráulicos, motores entre outros. Atualmente, eles são divididos em dois grandes grupos: lubrificantes automotivos e industriais. Dentre os industriais, existem aqueles considerados especiais, tais como: graxas, lubrificantes sólidos, óleos de corte e óleos de processo (MATOS, 2011).

A produção de lubrificantes, segundo Matos (2011) é um processo que normalmente envolve mistura de óleos básicos e aditivos, mas em algumas especialidades requer a utilização de processos químicos, como a saponificação para a produção da graxa.

A lubrificação pode ser dividida em dois principais tipos: fluida e limítrofe. Na lubrificação fluida as superfícies sólidas são totalmente separadas por um filme contínuo de lubrificante. Na lubrificação limítrofe, a espessura do filme lubrificante não é suficiente para manter as superfícies sólidas totalmente separadas, ocorrendo contato entre elas (MATOS, 2011).

2.1.4 Filtragem do óleo lubrificante

A filtragem de óleo é um sistema de regeneração do óleo. É um processo de eliminação de partículas e micropartículas sólidas de todos os tipos, fazendo com que o óleo retorne às características de um produto novo, sempre seguindo as normas. Cada vez mais vem se implantando controles preventivos para fontes poluidoras do solo e da água, principalmente poluentes como o óleo (CADIUM, 2018)

Segundo a Clarilub (2019) o óleo é produto perigoso considerado classe 1. O processo de filtragem é feito da seguinte maneira, o fluído é aquecido para diminuir sua viscosidade e facilitar sua passagem pelos filtros. Uma vez aquecido, ficará coloração do óleo se tornar mais escura. Em torno de 80 % das paradas das máquinas são resultantes de problemas com fluidos, devido a problemas em seus sistemas hidráulicos, rotativos e deslizantes. Essas contaminações que podem vir através do ar, da água e do solo, reduzem a vida útil do equipamento e do óleo, surgindo trocas de componentes e quebras desnecessárias. Para manter uma vida prolongada no equipamento deve ser feito um monitoramento constante do seu óleo lubrificante, através de controles de manutenção, com análises periódicas que apresentarão o nível de contaminação do fluído. Alguns desses processos são de contagem óptica e contagem de partículas, teses de membrana, ferrografia e espectrofotometria de infravermelho.

Quando é feita uma verificação, com uma simples análise microscópica do óleo é possível identificar se há particulados metálicos, ocasionados por desgastes prematuros de peças, mostrando, portanto, que o equipamento apresentará problemas futuros. Além disso, é possível verificar a quantidade de contaminantes e se houve alteração de sua viscosidade. Fatores primordiais precisam ser analisados para não comprometer a lubrificação completa dos componentes do sistema. Existem diversos tipos de contaminações, como por exemplo, poeira que entra através de frestas no reservatório de óleo, partículas metálicas do desgaste interno do sistema, partes que isolam podem estar deterioradas e, até mesmo, na montagem do equipamento e vapor d'água (CLARILUB, 2019).

2.1.5 Métodos de lubrificação

Almeida (2017) afirma que a lubrificação é uma atividade extremamente importante dentro da área de mecânica industrial, bem como nas tarefas de manutenção de uma máquina, um equipamento pesado ou um componente isolado. A lubrificação reduz o atrito entre partes móveis e garante o bom funcionamento das máquinas e dispositivos.

Existem vários métodos de lubrificação, tais como: lubrificação por gravidade, por capilaridade, salpico, imersão, lubrificação hidrostática, por sistema centralizado e sistema forçado que é usado nos mancais da turbina.

A chamada lubrificação por perda no sistema forçado é muito comum, na lubrificação de mancais. Na lubrificação por sistema forçado, utiliza-se um método que faz uso de uma bomba para a retirada do óleo lubrificante de um reservatório, de modo a transportá-lo por entre as superfícies metálicas que deverão receber o produto e, uma determinada quantidade de óleo lubrificante é alimentada por força em um dado intervalo. Esse método é usado principalmente para lubrificação a óleo (ALMEIDA, 2017).

Um dos modos mais usados é lubrificação por circulação, que é o modo com que a turbina a vapor desse estudo de caso é lubrificada. Lubrificação por circulação é quando o óleo lubrificante também necessita de uma bomba para ser forçado a adentrar entre as partes móveis ou de apoio do equipamento, e depois que o óleo passa por entre o munhão e o mancal, ele retorna para o reservatório (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006)

2.1.6 Turbina

Turbina a vapor é um dos equipamentos mais versáteis, sendo amplamente utilizada em termelétricas, propulsão marítima, indústrias de processos em geral, usinas de açúcar e álcool principalmente onde se requerem energia elétrica e energia térmica para aquecimento.

É uma máquina térmica que aproveita a energia térmica do vapor sob pressão, que é gerado por uma caldeira, convertendo-a em trabalho mecânico. O elemento básico da turbina é o rotor, que conta com paletas, hélices, lâminas ou cubos colocados ao redor de sua circunferência, de forma que o vapor em movimento produza uma força tangencial que impulsiona o rotor, fazendo-o girar. Essa energia mecânica gerada no rotor é acoplada a um eixo para movimentar uma máquina, que no caso da usina é um redutor que irá proporcionar movimentos a outros equipamentos, para que seja feita a moagem da cana de açúcar (ALMEIDA, 2017; YANAGIHARA, 2009).

2.1.7 Mancais

Mancais são elementos de máquinas dispostos entre peças rígidas, normalmente entre um eixo e o suporte que o contém, possibilitando, assim, a separação dos componentes, e substituindo o atrito seco pelo atrito viscoso, garantindo maior vida útil, operação de maior confiabilidade e menor dissipação de energia do sistema em operação (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2000).

São distribuídos, normalmente, um em cada extremo do eixo da turbina com a finalidade de manter o rotor numa posição radial exata. Os mancais de apoio suportam o peso do rotor e, também, qualquer outro esforço que atue sobre o conjunto rotativo, permitindo que ele gire livremente com um mínimo de atrito. São na grande maioria mancais de deslizamento, constituídos por casquilhos revestidos com metal patente. O revestimento de metal patente nos mancais é feito através de uma liga de estanho, endurecida com cobre e é amplamente utilizado na indústria, especialmente em mancais de deslizamento. São ligas antifricção que têm como principais características, a baixa dureza e elevada ductilidade, associados com um baixíssimo coeficiente de atrito (RIJEZA METALURGIA, 2019).

A lubrificação por sistema forçado ajuda a melhorar a refrigeração dos mancais e manter o filme de óleo entre eixo e casquilho. Normalmente os mancais são bipartidos horizontalmente e, nos casos das máquinas de alta velocidade, existe um rasgo usinado no casquilho superior que cria uma cunha de óleo forçando o eixo para cima mantendo-o numa posição estável, isto é, que o munhão flutue sobre uma película de óleo (ALCOVER JUNIOR, 2017).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa, inicialmente, foi realizada por meio da revisão bibliográfica seguida por um estudo de caso em uma destilaria da região de Ribeirão Preto – SP. Segundo Prodanov e Freitas (2013), estudo de caso é um tipo de pesquisa entendido como uma categoria de investigação que tem como objeto o estudo de uma unidade de forma aprofundada.

O estudo de caso refere-se ao estudo minucioso e profundo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, "[...] é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. [...]. (YIN, 2001; PRODANOV; FREITAS, 2013)

Os materiais utilizados na realização do estudo de caso foram o termômetro digital e os lubrificantes.

3.1 Métodos

A caldeira alimentada por biomassa transforma a água, a partir do estado líquido comprimido em vapor superaquecido. Esse vapor superaquecido passa pelas pás da turbina, fazendo com que o eixo revolucione. A lubrificação por sistema forçado é feita entre o munhão e o mancal de deslizamento, formando uma película de óleo para amenizar o atrito entre as partes, evitando ao máximo o fenômeno do atrito.

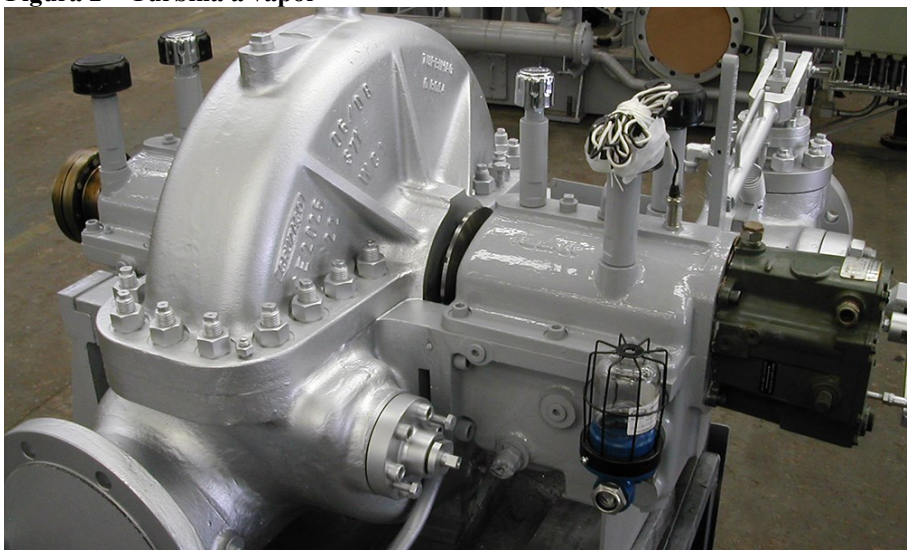
Com o auxílio de um termômetro digital, foi monitorada a temperatura do óleo lubrificante periodicamente durante cada turno de serviço. A temperatura não pode ultrapassar 50,0ºC, pois se a temperatura do óleo lubrificante for acima de 80,0ºC, pode ocasionar o

desarme da turbina a vapor. E, quando isso acontece, é retirado todo o lubrificante, e substituído por um lubrificante novo. Mas, para isso, é feita a assepsia total da linha e reservatório de lubrificante.

Por meio do estudo de caso foi possível verificar que o processo de lubrificação em uma turbina a vapor (Figura 2) é um sistema simples, porém eficaz. O óleo lubrificante é injetado nos mancais por meio de sistema forçado, com uma pressão que pode variar de 4 Kgf/cm² à 8 Kgf/cm², dependendo se as duas bombas hidráulicas (bomba elétrica e mecânica) estão em funcionamento, e o lubrificante é injetado entre o munhão e o mancal, atenuando o atrito causado pela revolução do eixo.

Segundo o manual da turbina a vapor da empresa pesquisada, o lubrificante precisa ser de viscosidade baixa, como por exemplo, o ISO-VG-68, o mais usado para esse tipo de equipamento. A viscosidade do ISO-VG-68 a 40° C é de 65,3 cSt e, a viscosidade desse mesmo lubrificante a 100° C é de 8,77 cSt. (LUBCENTER, 2019).

Figura 2 – Turbina a vapor



Fonte: Turbimaq (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises periódicas da temperatura do óleo lubrificante que são realizadas nas turbinas da empresa, objeto desse estudo de caso, podem identificar possíveis falhas no funcionamento da turbina a vapor, tais como: insuficiência de trabalho no trocador de calor, diminuição da viscosidade do lubrificante, partículas de água no lubrificante, como também por algum motivo, o próprio aumento da viscosidade. O aumento da viscosidade é natural, devido a partículas que aderem ao lubrificante.

No ensaio visual pode-se detectar falhas na bomba hidráulica através dos manômetros que oscilam a pressão, podendo ser ar na linha de óleo ou até mesmo falha na própria bomba hidráulica, como por exemplo, formação de bolhas de ar na linha de óleo, como também no filtro de óleo, podendo ser excesso de sujeira que pode obstruir a passagem parcial ou total de lubrificante. No ensaio visual, detecta-se de modo primitivo agentes externos como água, que dá uma coloração atípica de café com leite no lubrificante, e sujeira, que dependo da coloração da partícula, transforma o aspecto da cor do lubrificante em cores parecidas da partícula.

Um problema ocasionado por água no lubrificante é que a água deixa o lubrificante com a viscosidade menor que a necessária e, por isso, não se tem a proteção oleosa suficiente, ocasionando o

aquecimento por atrito, fenômeno esse que danifica eixos e mancais. Outro problema que pode ser ocasionado por excesso de sujeira no filtro de óleo, é que caso esses particulados sólidos cheguem aos mancais (Figura 3) os danificam, podendo ser fatal para a vida útil dos mancais, necessitando a troca das peças.

Figura 3 - Mancal de deslizamento



Fonte: Cs Turbinas (2019)

A filtragem e centrifugação do óleo lubrificante, após seu uso durante a safra, é feita para retirar particulados sólidos e água, que por algum meio contaminam o lubrificante. Esse método é feito através de uma máquina que tem em conjunto bomba a vácuo, tanque de armazenamento, aquecedor por serpentina e centrífuga de água. Esse método é utilizado para que o lubrificante fique apto ao reuso mantendo-se as características físicas do lubrificante sem impurezas que possam afetar o casquilho de metal patente. O metal patente é confeccionado de materiais como, por exemplo, estanho e chumbo, que são materiais que suportam altas rotações devido a uma pequena taxa de componentes estruturais que são auto lubrificantes, por isso que é indicado para turbinas a vapor.

Porém para que o lubrificante possa estar em condições perfeitas, necessita-se uma análise laboratorial minuciosa para verificar a consistência e a quantidade de aditivos que estão presentes e que é realizada pela empresa pesquisada.[1] Caso necessário, precisa-se adicionar o aditivo faltante na quantidade correta para repor os índices de fabricação. Muitas vezes não se torna viável a reciclagem por motivos de gastos que superam até 60% do lubrificante novo.

Também precisa-se ficar atento ao prazo de validade, pois o sistema de filtragem e centrifugação não torna o lubrificante novo, mas o recondiciona para o reuso. A ação de usar o lubrificante após o prazo de validade é prejudicial ao equipamento, pois, faz com que as moléculas do óleo base se quebrem e não tenham mais a ação de intervir entre meios, fazendo com que se tenha falsa ideia de proteção contra o atrito. Após essa detecção, o lubrificante é inutilizado imediatamente.

Como uma empresa de fabricação de etanol é extrativista, retirando da natureza sua matéria prima, também é de suma importância a conservação e proteção ao meio ambiente.

[1] A empresa não autorizou a divulgação de seus dados e documentos e, por isso, não constam, nesse trabalho, laudos das análises laboratoriais. Assim como também não autorizou a divulgação de fotografias dos procedimentos.

Assim, é de responsabilidade ímpar o descarte desse lubrificante que, não sendo mais apto ao reuso destina-se ao fim correto.

Para destinar corretamente o lubrificante que já não é mais útil, existem empresas que recolhem esse lubrificante de maneira correta, agrega valor e compra, mesmo que a um valor simbólico, mas o importante é que não seja despejado na natureza contaminando rios e lençóis freáticos.

5 CONCLUSÃO

Esse artigo teve por objetivo pesquisar e apresentar o valor de uma correta lubrificação no meio industrial, mais precisamente em turbinas a vapor, uma vez que proporciona uma produção mais ativa, evitando-se manutenções não planejadas, bem como gastos não previstos e, assim aumentando os lucros e diminuindo as perdas da empresa.

O objetivo principal da lubrificação na turbina a vapor é garantir o seu bom funcionamento, e fazer com que os seus componentes tenham a plenitude de sua vida útil e, dessa forma, manter seu rendimento e seu estado o mais próximo do original. Com esse trabalho foi possível verificar que a turbina a vapor é um equipamento de elevada importância, pois outros equipamentos necessitam dela para que uma usina sucro-alcoleira funcione.

Pode-se concluir, então, que a lubrificação em turbinas a vapor, é uma manutenção preditiva, sendo necessário manter esse sistema sob supervisão constante, quando em funcionamento. Já a parte de filtragem não é um método muito eficaz, pois, além de não remover toda impureza do óleo lubrificante, perde as características necessárias para sua aplicabilidade, sendo necessário repor as mesmas.

REFERÊNCIAS

ALCOVER JUNIOR, Paulo Roberto Campos. **Microestrutura, propriedades mecânicas e tribológicas de metal patente depositado por aspersão térmica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, 2017.

ALMEIDA, Paulo Samuel. **Lubrificação industrial**: tipos e métodos de lubrificação. São Paulo: Érica, 2017.

CADIUM. **Sistema de Filtragem de Óleo Industrial**. 2018. Disponível em: https://www.cadium.com.br/2019/05/29/sistema-de-filtragem-de-oleo-industrial/. Acesso em: 26 out. 2019.

CARRETEIRO, Ronald P.; BELMIRO, Pedro N.A.; **Lubrificantes & Lubrificação Industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

CLARILUB. **Filtragem de óleo**. 2019. Disponível em: http://www.clarilub.com.br/filtragem-de-oleo. Acesso em: 26 out. 2019.

CS TURBINAS. **Mancal de Deslizamento**. 2019. Disponível em: https://www.csturbinas.com.br/conteudo/mancal-de-deslizamento-casquilho-para-redutores-de-velocidade. Acesso em: 06 nov. 2019.

LIMA, Antônio Lima. **Turbinas a vapor**. 2019. Disponível em: http://www.antoniolima.web.br.com/arquivos/tubinavapor.htm. Acesso em: 26 out. 2019.

LUBCENTER. **Lubrificante de turbina plus**. Disponível em: http://www.lubcenter.com/fichas%20tecnicas/lubrax/turbinas/lubrax-turbina-plus-%2021%202179-8866.pdf. Acesso em: 06 nov. 2019.

MADUREIRA, Luiz Eduardo F. Madureira; BERNARDO, Rodolfo de Sant' Ana Bernardo.; **Lubrificação em turbinas a vapor**. Campos dos Goytacazes – RJ, 2010.

MATOS, Paulo Roberto Rodrigues de. **Utilização de óleos vegetais como base lubrificantes.** 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade de Brasília, Instituto de Química, Brasília, 2011. Disponível em: https://repositorio.unb.br/handle/10482/8755. Acesso em: 25 out. 2019.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Universidade Feevale – Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/Ebook%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf. Acesso em: 25 out. 2019.

RIJEZA METALURGIA. **3 benefícios da aplicação de metal patente por aspersão térmica.** 2019. Disponível em: https://www.rijeza.com.br/blog/os-3-beneficios-da-aplicacao-de-metal-patente. Acesso em: 25 out. 2019.

STACHOWIAK, G. W.; BATCHELOR, A. W. **Engineering tribology**. 2. ed. Austrália: Butterworth-Heinemann, 2000.

TURBIMAQ TURBINAS E MÁQUINAS. **Turbinas a vapor**. 2019. Disponível em: https://www.turbimaq.com.br/index.php/servicos/turbinas-a-vapor Acesso em: 30 out. 2019.

WEIDLICH, Felipe. **Avaliação da lubrificação de rolamentos de motores elétricos por ultrassom.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17638/000721771.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 nov. 2019.

YANAGIHARA, Jurandir Itizo. **Máquinas térmicas**: cogeração. Material do curso de Engenharia Mecânica: Poli-USP, 2009. Disponível em: https://docplayer.com.br/48857771-Maquinas-termicas-cogeracao.html. Acesso em: 05 nov. 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.