

V3-2018

REVISTA E-TEC

Faculdade de Tecnologia SENAI
Londrina



E-TEC Revista de Tecnologia e Ciência

Corpo Editorial

Editor Chefe – V3-2018

Marco Aurélio Arbex

Comitê Executivo

Camila Fogaça de Oliveira
Marcelo Antônio Strik
Rodolfo Alexandre Hildebrandt
Vicente de Lima Gongora

Editora: Faculdade de Tecnologia Senai Londrina
ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Rua Belém, 844 – Londrina PR.

43 -3294-5100 – faculdade.londrina@pr.senai.br

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem a autorização prévia e escrita da Editora Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina. Este periódico publica nomes individuais, comerciais e marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.

Sumário

Prefácio	4
Introdução	5
Capítulo I - Análise da recuperação de disco de freio para veículos de passeio através do processo de usinagem	6
Capítulo II - Proposta de desenvolvimento de um elevador para acesso dos portadores de mobilidade reduzida aos laboratórios de informática	36
Capítulo III - Avaliação de corrosão através de teste de nevoa salina na região de corte de peças estampadas.....	64
Capítulo IV - Desenvolvimento de um plano de lubrificação de máquina cortadeira kampf conslit para embalagens plásticas	90



e-TEC

A Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina agradece o apoio fundamental de toda a equipe do SENAI Londrina, para a realização e conclusão desta obra.

Prefácio

A Revista e-tec SENAI Londrina é um periódico técnico-científico com publicação trimestral e tem como objetivo fomentar a pesquisa nas áreas de inovação, educação tecnológica, científica e industrial. A revista, é publicada eletronicamente e recebe artigos inéditos (teóricos ou teórico-empíricos) de usuários de todo o Brasil e do exterior, aceitando publicações em Português, Espanhol e Inglês. A revista pode também publicar entrevistas com pesquisadores e personalidades visando contribuir de forma relevante para as linhas de pesquisa dos cursos ofertados pela Instituição. Os entrevistados em cada edição são indicados pelo editor ou pelo conselho editorial.

Os artigos ou resenhas podem ser submetidos à revista, de forma ininterrupta e são avaliados inicialmente pelo comitê executivo, que executa o enquadramento nas linhas de pesquisa da revista; sendo na sequência encaminhado aos avaliadores.

Os critérios para a composição do corpo editorial do periódico estão relacionados com os conceitos de excelência, seriedade e inovação que a Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina possui.

INTRODUÇÃO

Esta publicação tem caráter multidisciplinar e foi escrita com a intenção de ser disponibilizada aos alunos de graduação e pós-graduação em áreas exatas e de gestão. Os diversos autores divulgam conceitos e experimentos aplicados na moderna indústria. Muitas vezes os artigos apresentam resultados experimentais ou que efetivamente solucionaram as demandas industriais. O objetivo fundamental a ser alcançado neste periódico, é a divulgação na comunidade acadêmica, visando desenvolver habilidades para resolver questões semelhantes do dia a dia, que podem aparecer durante o decorrer dos cursos ministrados na Instituição; e, em desafios profissionais no mundo do trabalho. O texto foi organizado e dividido em capítulos apresentando-se em cada um deles inicialmente um resumo, revelando ao leitor as características fundamentais e o foco de cada trabalho desenvolvido; desta forma, o leitor verifica e avalia o grau de interesse e pode dar continuidade no entendimento da obra escrita, observando com atenção os tópicos apresentados. Salientamos ainda que a estrutura de cada artigo é o modelo padrão deste periódico e o leitor quando motivado, pode submeter o seu trabalho para avaliação do corpo executivo através do email "faculdade.londrina@pr.senai.br".

Boa leitura!

CAPÍTULO I - ANÁLISE DA RECUPERAÇÃO DE DISCO DE FREIO PARA VEÍCULOS DE PASSEIO ATRAVÉS DO PROCESSO DE USINAGEM

ALLAN SADAO KIKUCHI¹
ADRIANA GISELI LEITE CARVALHO²
FLAVIO ANTUNES FERREIRA³

Resumo: Este trabalho aborda uma análise do disco de freio de veículos modelo passeio, após a recuperação através do processo de usinagem. Baseando-se em análises de propriedades importantes que envolvem a usinagem do componente, bem como a eficiência do sistema de frenagem e conseqüentemente a segurança do mesmo, tem-se por objetivo a verificação dos parâmetros do disco de freio antes e após o processo de recuperação. A metodologia utilizada, testes práticos e pesquisas bibliográficas concentradas em um sistema de freio a disco e todos os processos de fabricação. Como resultado identificou-se que os dados obtidos nas análises do disco recuperado chegaram bem próximos aos do disco novo (sem uso) e que alguns fatores podem influenciar em um possível desgaste prematuro das pastilhas, mas que não interfere efetivamente em seu funcionamento. Com isso verifica-se que é possível realizar esse procedimento de recuperação, e que em muitos casos é bastante viável, pelo seu custo ser bem mais baixo comparado com a substituição por um componente novo.

Palavras-chave: Sistema de freio. Processo de usinagem. Recuperação. Disco de freio.

Abstract: This paper discusses an analysis of recovery disc brake model vehicle walk through machining process. Based on analyses of important properties that involve component machining, as well as the braking system efficiency and consequently the safety, has as objective verification of brake disk parameters before and after the recovery process. The methodology used

1 Aluno do curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina; allan_kikuchi@hotmail.com

2 Mestre em Engenharia Mecânica. Docente da Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina; adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

³ Mestrando em Engenharia Mecânica. Docente da Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina; flavio.ferreira@sistemafiep.org.br

practice tests and bibliographic research concentrated in disc brake system and all manufacturing processes. As a result identified that the data obtained in the analysis of the recovered disk came very close to the new disc (no use) and that some factors may influence in a possible premature wear of the brake pads, but that will not interfere with the effectiveness of your operation. With this it turns out that it is possible to perform this procedure and that in many cases is quite feasible, at your cost be lower compared with the replacement with a new component.

Keywords: Brake System. Machining process. Recovery. Brake disc.

1. INTRODUÇÃO

A indústria automotiva é uma das cadeias produtivas que tem maior produção em escala internacional. Onde o Brasil obteve um grande crescimento, isso devido a sua competência tecnológica e pelo seu potencial de mercado. O que vem sendo ameaçado pela indústria chinesa, coreana e europeia, obrigando o país a pensar em estratégias e ações, que coloque o setor automotivo em condições de se impor no mercado internacional.

É possível perceber o custo elevado da manutenção de veículos, a constante substituição de peças é em muitos casos necessária e recomendada pelos fabricantes. Há casos específicos em que ocorre a restauração do elemento, principalmente nos dias atuais em que a aquisição financeira de um modo geral está baixa, muitos optam por este tipo de serviço por ter um custo mais baixo do que se fosse fazer a troca por um componente novo.

Recuperar um componente envolve algumas etapas de fabricação, e um dos componentes do automóvel que é passível desse procedimento é o disco de freio. Onde devido ao atrito, variações de temperaturas e agentes externos, o mesmo perde suas propriedades de fabricação, que é restaurada através do processo de usinagem.

Tratando do disco de freio a forma de fazer a recuperação é através do processo de usinagem chamado de torneamento, podendo citar como exemplo os motores que ao fim de sua vida útil passa por um processo de restauração, em que as peças condenadas são substituídas por componentes novos, e de acordo com projeto de engenharia alguns elementos são usados novamente para receber tais peças.

A utilização do sistema de freios, veio através do conceito de que, tudo o que se move tem que parar. São dispositivos que foram desenvolvidos, para manter o controle do movimento de rotação de um equipamento, uma

máquina ou de uma roda de um veículo, fazendo com que diminua ou mesmo pare esse movimento, como também pode impedir que esse movimento seja iniciado novamente. Os freios efetuam esse controle através da transformação da energia cinética, imprimida através do movimento do veículo em energia térmica, que é dissipada na forma de calor.

Entre outras, essa necessidade de dissipar o calor, faz com que o sistema de freio a dis-co, seja o mais utilizado atualmente, tanto em carros, caminhões e locomotivas, como também em aviões. Isso devido a suas características de engenharia e propriedades dos materiais em-pregados, que lhes permitem a eficiência do sistema.

O sistema de freios consiste em um dispositivo hidráulico, que é acionado pelo pedal de freio do veículo, fazendo com que os materiais de atrito, disco e pastilha, tambor e lona, entrem em contato causando a fricção entre eles, através de uma pressão na linha de frenagem promovida pelo sistema hidráulico. Tem como objetivo diminuir a velocidade do veículo, parar ou mantê-lo parado.

No caso dos sistemas de freios, entende-se que estes são itens classificados como de segurança, e que devem passar por uma avaliação minuciosa para que possa ser realizada a re-cuperação no disco de freio, seguindo limites de espessura mínima para que o mesmo seja efe-tuado.

Fabricantes não recomendam o uso da recuperação do disco e sim fazer a substituição do conjunto, entretanto em muitos casos se faz apenas a troca de pastilha e a recuperação do disco de freio por meio do torneamento, para retirar ondulações, empenamentos, ranhuras ou trincas, deixa-lo novamente alinhado para que haja uma maior área de contato entre os compo-nentes ocasionando uma boa frenagem.

Nota-se o preconceito da utilização de uma peça recondicionada efetuando o trabalho que deveria ser feito por um componente sem uso, o qual seria substituído no conjunto. Nos casos de discos de freios, uma análise pode dar a real informação de como atuaria uma peça recondicionada na utilização em veículos, evitando assim a reposição por uma peça nova.

Atrelado a uma maximização da vida útil do elemento, verifica-se a minimização de peças para descarte, o que impacta diretamente em menos energia para fundição de peças su-cateadas.

Sabendo-se que por se tratar de um item de segurança e fazer parte de um conjunto, disco e pastilha de freio que atuam juntos, mas que tem um desgaste diferente um do outro, é importante refletir sobre vários aspectos que envolve uma peça recondicionada, tais como: quais as variações das propriedades de um componente recuperado por meio do processo de

usinagem? Os parâmetros de rugosidade, dureza e empenamento chegariam próximos dos parâmetros de um componente novo? No caso do disco de freio de um veículo de passeio, de-pois de recuperado continuaria atendendo a padrões de segurança, como de espessura mínima?

O presente projeto terá como base de seu recorte de pesquisa, a análise de recuperação de disco de freio para veículos de passeio através do processo de usinagem, verificando o di-mensionamento do disco antes e após o processo, assim como a sua rugosidade, empenamento, dureza e trincas superficiais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema de freio

Segundo Silveira (2010), o sistema de freios é uma das partes vitais e mais importantes de um veículo, desse modo ele é projetado para se obter o máximo de rendimento e que exija o mínimo de manutenção. Com o dimensionamento correto, ajustado e conservado, irá garantir uma frenagem segura ao motorista nas mais diversas condições de trafego, se deparando com uma emergência ou mesmo para obedecer um sinal de transito. Deve estar capacitado para que o veículo pare com a menor distancia possível em qualquer circunstância de uso, seja ela a velocidade exercida, tipo de pista ou piso, também deve ser extremamente confiável, por se tratar de um componente de segurança fundamental não pode ser prejudicado por elementos externos como a variação de temperatura, água e poeira. Seu rendimento deve se manter alto mesmo com o desgaste de seus componentes e ter o mínimo de regulagens e manutenções.

De acordo com Brezolin (2007), em virtude de sua influência direta na segurança veicular, o sistema de freio possui uma grande importância em qualquer veículo, o que o torna no projeto um item crítico. Entre algumas formas de energia, os sistemas de freio são dispositivos que convertem energia cinética em energia térmica, e sua quantidade é proporcional ao movimento exercido pelo veículo. O propósito dos sistemas de freio na prática é manter o veículo parado, reduzir sua velocidade ou se manter em uma determinada velocidade, conforme a situação em que o veículo irá impor sua necessidade. O sistema hidráulico é gerada uma pressão através de fluido e o pneumático por ar.

Segundo Casaril (2013), o fenômeno de frenagem do veículo se dá através do contato entre a pastilha, fixa à estrutura do carro, e o disco, que

gira com a roda do veículo. Quando o pedal de freio é acionado, gerando pressão no sistema hidráulico ou pneumático do veículo, a pastilha é pressionada contra o disco. Essa interface tem um nível de atrito elevado, provocando um torque de frenagem contrário ao movimento do veículo, fazendo com que o mesmo diminua sua velocidade ou aceleração.

Segundo o manual Nakata para sistema de freios, o sistema de frenagem utilizando disco é o sistema mais utilizado nos dias atuais, além de automóveis e motocicletas, podemos ainda encontrar esse sistema em aviões e locomotivas. Outro sistema é o de freio a tambor, que por ter um menor desempenho é utilizado nas rodas traseiras de veículos leves, visto que a necessidade de uma melhor frenagem se encontra nas rodas dianteiras e também pelo seu baixo custo comparado ao sistema de disco e pastilha.

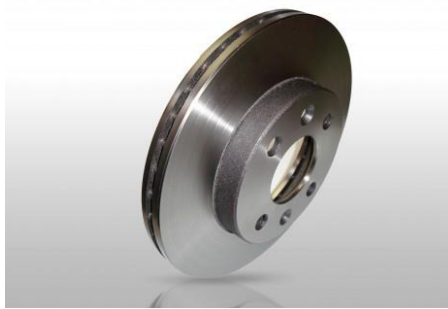
Além de se tratar de um item de segurança o sistema de freio é de alta importância e deve se ter bastante cuidado e atenção no projeto do veículo, tem como objetivo diminuir a velocidade, parar ou manter o veículo parado.

2.1.1 Disco

Segundo Alves (2015), o disco é fixado a uma roda que é presa a um eixo, de modo que sua velocidade angular é igual a deste elemento rotativo, uma força de resistência ao movimento surge quando ocorre o contato com as pastilhas, a força de atrito. A força de atrito gerada pelo contato da pastilha com o disco cria um torque contrário ao sentido de rotação. Este torque é sentido por todo eixo rotativo onde o disco está acoplado, diminuindo sua velocidade, e consequentemente do veículo. Esses elementos podem ter geometrias e tamanhos diferentes, suprimindo a necessidade de cada projeto, rasgos e furos podem ser feitos para promover a descontaminação do mesmo durante seu uso, como também geometrias para auxiliar a dissipação de calor para o ambiente.

Os discos de freio podem ser fabricados de metais, como liga de aço, ferro fundido e também de materiais compósitos e cerâmicos, se leva em conta a escolha deste material por diversos fatores, como o seu custo, peso, dissipação de calor entre outros. De acordo com Eriksson (2002), em veículos que não demandam tanto do sistema de frenagem, é mais comumente feito em ferro fundido, por apresentar ótimas propriedades para dissipação térmica, resistência mecânica suficiente, satisfatória resistência ao desgaste, fácil fabricação em grande escala e preço acessível. A figura 1 mostra o disco de freio que é muito utilizado nos veículos atuais, fabricado em ferro fundido cinzento e do tipo ventilado.

Figura1-Disco de freio



Fonte: Infomotor

Atualmente o disco de freio feito de ferro fundido cinzento é o mais utilizado nos veículos, por atender todos os requisitos necessários para uma para que se obtenha uma alta eficiência e que conseqüentemente irá aumentar a segurança nos sistemas de frenagens veiculares.

2.1.2 Pastilha

De acordo com Alves (2015), as pastilhas de freio são projetadas para se obter uma elevada fricção no contato com os discos, para que transforme de forma rápida a energia cinética em energia térmica, se a taxa de transformação for alta a eficiência deste sistema de freio também será. A base da pastilha de freio é feita com aço de elevada resistência mecânica, e os chanfros presentes nos materiais de atrito são para preservar o conforto quanto ao acionamento e ruído, conforme mostra a figura 2.

Figura 2-Pastilha de freio



Fonte: Barra freios

Atualmente as pastilhas são feitas de aço, cerâmica, vidro picado, fibras minerais, aramida, celulose, dentre outros. Sua escolha deve levar em conta a longevidade do material, níveis de ruído e seu poder de fricção, necessitam ser a prova d água, sua eficiência de frenagem não pode ser afetada de forma considerável quando submetidas a condições em que a água esteja presente, esse é um fator de grande importância, sendo que os veículos que as utilizam estão sujeitos as mais diversas condições de uso. Segundo Eriksson (2002), o processo de fabricação é geralmente a compactação a quente, e são utilizados de 10 a 20 componentes diferentes, o quadro 01 demonstra quais são estes componentes.

Quadro 1-Componentes e suas funções

Componente	Função
Aglutinante	Seu papel é manter a estrutura unida formando uma matriz termicamente estável. Geralmente são usadas resinas fenólicas termofixas. A adição de borracha permite um maior umedecimento da matriz
Materiais estruturais	São responsáveis pela resistência mecânica. São usados carbono, aramida (Kevlar®), metais, vidro picado
Enchimento	Traz uma facilidade para a confecção das pastilhas e preenche o espaço sem altos custos. Mica, vermiculita ou sulfato de bário são usados como enchimento
Aditivos para fricção	Alguns materiais são adicionados para aumentar o coeficiente de atrito entre as superfícies da pastilha e do disco, como por exemplo, partículas abrasivas (silício e alumínio). Lubrificantes sólidos como o grafite são utilizados para promover uma estabilidade do coeficiente de atrito em elevadas temperaturas de operação. O silício adicionado para aumentar o coeficiente de atrito ainda promove uma superfície de contato mais aderente, removendo óxidos e outros filmes da superfície do disco.

Fonte: Eriksson (2002)

Cada material empregado na fabricação de pastilhas de freio, tem por função garantir a boa eficiência do componente no sistema.

2.2 Sistema de freio a disco

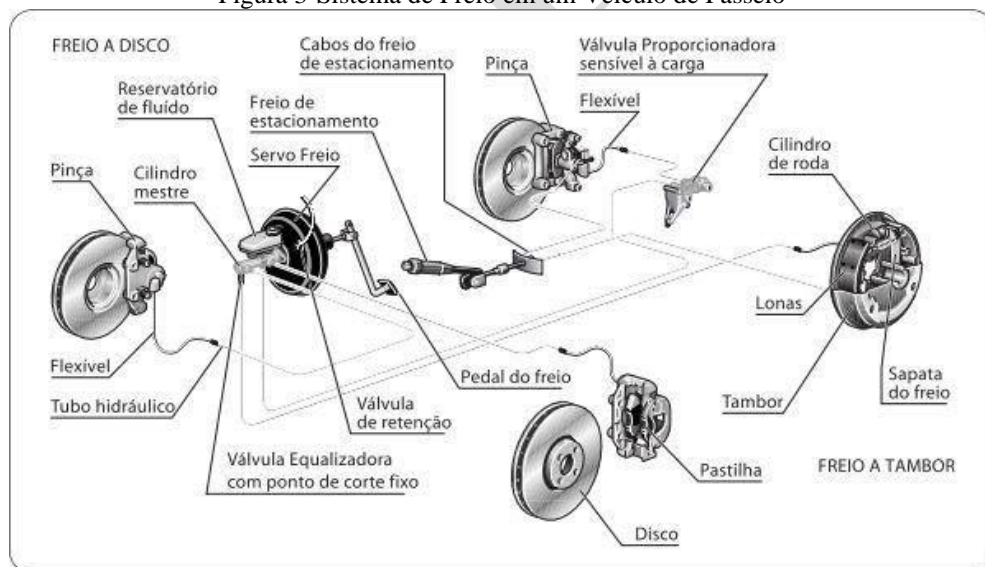
Segundo Macnaughton (1998) o sistema de freio utilizado em veículos nos dias atuais começou a ser usado em 1951, na corrida das 500 milhas de Indianápolis, nos EUA, pelos irmãos Conze. Com o passar do tempo e com o surgimento de novas tecnologias esse sistema vem sendo aprimorado, e devido a essa evolução freios mais confiáveis e eficazes são encontrados nos carros atualmente.

O manual Nakata para sistemas de freio diz que o freio a disco é o sistema mais utilizado atualmente. Além de automóveis e caminhões, podemos encontra-lo também em aviões e locomotivas.

De acordo com Orthwein (2004) o aço inoxidável, ferro fundido cinzento e o aço – carbono estão entre os materiais que são mais utilizados para a fabricação de discos de freio. Novos tipos de materiais estão sendo usados na indústria automotiva, em evidencia estão os discos fabricados em alumínio, cerâmica e o carbono, que atendem a solicitações de automóveis de alto desempenho.

Abaixo, a Figura 3 irá mostrar o sistema de freio de um veículo modelo passeio de uma forma geral, onde está representado o sistema de freio a tambor nas rodas traseiras, que não é o foco deste trabalho. E temos o sistema de freio a disco nas rodas dianteiras.

Figura 3-Sistema de Freio em um Veículo de Passeio



Fonte: Nakata

O freio a disco consiste basicamente do contato das pastilhas no disco, as pastilhas são pressionadas contra o disco por um embolo que está ligado a pinça de freio, que é acionada por um sistema hidráulico que está associado diretamente ao pedal de freio, já o disco é aparafusado no cubo da roda e a roda fixada ao disco.

O sistema conhecido como misto é composto por freio a disco nas rodas dianteiras e freio a tambor nas rodas traseiras, este conjunto é o mais comumente utilizado nos veículos de passeio. Também existem os veículos que são fabricados com freio a disco nas quatro rodas e isso está ligado diretamente a potência de cada veículo.

Usualmente falando percebe-se que a troca se dá em média de dois em alguns casos até três jogos de pastilhas a cada troca de disco de freio, por isso este método de usinagem nesse componente é muito utilizado nas oficinas mecânicas.

Mas não somente por isso é feito esse procedimento, em muitos casos discos com pouco uso e ainda considerados novos sofrem eventuais avarias como empenamento, por exemplo, seria uma delas, em que o mesmo apresenta ondulações não proporcionando uma boa área de contato entre o conjunto e conseqüentemente o sistema de frenagem com baixo rendimento e também ocasionando vibrações no pedal de freio.

2.3 Ferro fundido cinzento

De acordo com Hect et al (1996), atualmente o ferro fundido cinzento perlítico com grafita lamelar é o material mais tradicional, assim como o mais utilizado para fabricação de discos e tambores de freio para veículos. Sua principal vantagem é a alta condutividade térmica, afirmada pela estrutura continuada da grafita, dissipando calor com eficácia.

Os materiais indicados para a produção de discos de freio são os ferros fundidos, porque além de ter uma produção de baixo custo, possuem uma condutividade térmica excelente, o que ajuda a dissipar o calor gerado durante a frenagem que é proveniente da fricção da pastilha com o disco de freio, e a capacidade de absorver vibrações, características essenciais para este tipo de componente.

Segundo Serbino (2005), o ferro fundido cinzento é um dos materiais que possui melhores características de fundição e apresenta uma das menores temperaturas de fusão dentre as ligas ferrosas. Sua contratura na passagem líquida para sólido é pequena, beneficiando a aquisição de peças sem defeitos

internos. Para grande parte das aplicações pode ser utilizado no estado bruto de solidificação.

Vários materiais seriam capazes de atender a solicitação. Mas por manter melhor estabilidade de comportamento, facilidade produtiva e custo de matéria prima relativamente baixo quando comparado aos outros, faz com que o ferro fundido seja um material muito utilizado na fabricação de freios veiculares.

2.4 Processo de usinagem

De acordo com o manual técnico Frasle para linha leve, as superfícies de atrito dos discos de freio atuam diretamente sobre a vida útil das pastilhas. Trincas, fissuras térmicas e sulcos devem ser removidos por usinagem dessas superfícies toda vez que forem sensíveis ao tato. Por outro lado, os discos de freio só devem ser usinados até o limite de segurança recomendado pelo fabricante. Recomenda-se a substituição dos mesmos toda vez que a espessura real da peça for igual ou inferior à dimensão gravada no próprio disco.

Todas imperfeições encontradas nos discos de freio ocasionadas por diversos fatores, devem ser retiradas pelo processo da usinagem chamado de torneamento, mas somente até o seu limite de espessura.

Segundo Chiaverini (1986), o torneamento é uma operação de qual o sólido indefinido gira ao redor do eixo do torno que realiza o trabalho de usinagem, no mesmo tempo em que uma ferramenta de corte retira o material perifericamente, para transformá-lo em uma peça bem definida, tanto em relação as dimensões quanto na sua forma.

Como torneamento entende-se o processo mecânico de usinagem para geração de perfis cilíndricos. A peça gira em torno do eixo de rotação da máquina, enquanto uma ferramenta monocortante avança, arrancando material, no sentido de formar sua superfície. (VENTURA,2008)

O torneamento é um processo da usinagem que consegue eliminar todas as irregularidades encontradas na peça, com alta precisão e um ótimo acabamento.

2.5 Principais problemas em disco de freio

De acordo com Lombriller (2002), o uso contínuo dos veículos resultam em tensões cíclicas, que podem ocasionar fadiga, alastrando-se trincas no disco de freio, que poderá resultar na quebra do mesmo.

Segundo Maluf (2007), diversos componentes utilizados em sistemas de freio de veículos automotivos, como os discos, estão sujeitos a alterações de temperatura durante seu uso. O gradiente térmico induzido nas várias regiões da peça durante a frenagem pode fazer com que ocorra tensões internas, e a repetição destes ciclos térmicos pode ocasionar a nucleação e a propagação de trincas por fadiga.

Baseado nas ideias de Brezolin (2007), a geração de trincas térmicas está ligada diretamente à característica estrutural de rigidez dos materiais de atrito que, adicionada a deformações e fluxos de calor não uniformes dos discos de freio, fazem com que as trincas térmicas apareçam na superfície de atrito dos discos de freio de veículos comerciais.

As trincas superficiais são decorrentes do atrito entre materiais com estrutura rígida que ocasionam uma alta temperatura, e por haver deformações nos elementos, esse fluxo de calor se encontra de maneira variada, onde nas partes com uma superfície de contato maior a temperatura gerada é mais alta e essa não uniformidade irá favorecer no aparecimento de trincas nos discos de freio.

2.6 Ensaio de materiais

2.6.1 Instrumentos de medição

Segundo o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM (2000), a metrologia pode ser definida como a ciência da medição.

A metrologia admite avaliar a qualidade e determinar a quantidade de um certo elemento, matéria ou substância, determina a sua grandeza, de uma forma mais precisa atribuir-lhe um valor. A grandeza determina o que está sendo medindo, estando diretamente relacionada com a unidade estreitamente associada com a variável física.

Segundo o Guia para a Expressão da Incerteza da Medição (1998), o objetivo de uma medição é determinar o valor de uma de uma grandeza específica a ser medida, começando com a especificação apropriada do método de medição e de seu procedimento.

Sistema Internacional de Unidades (SI), é o sistema de unidades de medidas mais usado atualmente. O quadro 2 mostra suas grandezas.

Quadro 2- Grandezas e suas unidades

Grandeza	Unidades	
	Nome	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	<i>Ampère</i>	A
Temperatura	Kelvin	K
Quantidade de matéria	Mol	mol
Intensidade luminosa	Candela	cd

Fonte: Adaptado Vim (2000)

Segundo o VIM (2000), o instrumento de medição é o dispositivo empregado para a prática de uma medição, sozinho ou em conjunto com dispositivo (s) complementar (es), fornecendo informação a respeito do valor físico do variável objeto da medição. Os instrumentos podem ser classificados pelas suas características e pela sua aplicação.

O instrumento de medição digital, é o que sua medição fornece um sinal de saída ou uma indicação em uma escala quantizada, ou seja, na forma digital.

2.6.2 Análise da rugosidade superficial

A rugosidade de uma superfície é composta de irregularidades finas ou de erros micro geométricos resultantes de ação inerente ao processo de corte (marcas de avanço, aresta postiça de corte, desgaste da ferramenta etc.). (Machado et al.,2011, pág. 299)

Segundo Norma NBR ISO 4287/2002 a definição de Rugosidade é o conjunto de desvios micro geométricos, caracterizado pelas pequenas saliências e reentrâncias presentes em uma superfície.

Segundo Camargo (2002), uma superfície perfeita que não tenha falhas de forma ou aspecto da superfície secundária e de acabamento que seriam falhas de maior geometria, ou de menor geometria como marcas de fabricação, na realidade não existem são apenas uma referência. As rugosidades podem ser causadas por vibrações e flexões da ferramenta ou devido à força de usinagem, temperatura de corte ou a erros de fixação da peça ou ferramenta. (Machado *et al.*,2011, pág. 298)

De acordo com Calil e Boehs (2004), a superfície de uma peça pode atingir consideravelmente diversas propriedades como resistência mecânica, fluxo de fluidos, fadiga, transmissão de calor e desgaste.

De acordo com Batista (2006), depois dos processos de usinagem, obtém-se uma superfície atual que pode ser medida e avaliada com relação com a superfície ideal. Se passar-se um plano perpendicular à superfície atual, tem-se o perfil atual da peça usinada. Deste perfil atual, depois de medido e filtrado para tornar mínimo os erros de maior geometria, se adquire o perfil de rugosidade.

De acordo com Calil e Boehs (2004), a superfície de uma peça pode atingir consideravelmente diversas propriedades como resistência mecânica, fluxo de fluidos, fadiga, transmissão de calor e desgaste.

A rugosidade é proveniente de pequenas irregularidades formadas pelo processo de corte em que a peça foi submetida, e podem ser causadas por erros gerados no procedimento do mesmo.

2.6.3 Ensaio de dureza

Segundo Maneiro (2006), um dos ensaios mecânicos mais praticados é o de dureza, porque apresenta interessantes vantagens sobre os demais, simplicidade e custo são algumas delas, pois as preparações dos corpos de prova não necessitam ser complexa, no máximo limpar, lixar e polir, e o equipamento é relativamente barato. Além disso o ensaio é considerado não destrutivo, pois não há fratura e nem deformação da amostra. Assim é um ensaio que pode fornecer outras informações tais como limite de resistência, tensão residual e módulo de elasticidade. Os primeiros ensaios de dureza foram baseados em minerais naturais, com uma escala construída unicamente em função da habilidade de um material riscar outro material mais macio. (CALLISTER; RETHWISCH, 2013, p.149)

Callister (2002) menciona que a dureza é uma propriedade mecânica do material que esta relacionada a dificuldade de deformação plástica localizada, ou seja, é a resistência que o material apresenta a pequenos riscos ou impressões, assim como a facilidade do mesmo.

De acordo com Souza et al. (2009), uma relevante propriedade física dos materiais é a dureza de uma superfície. Podendo ser definida como a resistência apresentada pelos sólidos penetração de uma ponta, pode ser considerada como uma indicação direta da resistência do material ao desgaste, da capacidade do material de resistir a esforços além da resistência a abrasão.

De acordo com Callister (2013), nos ensaios Brinell, um penetrador esférico e duro é empenhado contra a superfície do material a ser testado. O diâmetro do penetrador de aço endurecido (ou de carbeto de tungstênio) é de 10,00 mm (0,394). As cargas-padrão alteram entre 500 e 300 kg, em incrementos de 500 kg. Durante um ensaio, a carga é conservada constante por um tempo especificado (entre 10 e 30 s). Os materiais mais duros demandam a aplicação de cargas maiores.

Ainda de acordo com Callister (2013), esse diâmetro é medido com um microscópio especial de baixo aumento, utilizando uma escala que esta gravada na ocular. O diâmetro medido é então convertido no número HB apropriado com o ajuda de um gráfico; apenas uma única escala é agregada com esse método.

A dureza é uma propriedade mecânica bastante utilizada na comparação e especificação de materiais, sua resistência varia conforme a área de aplicação, na mecânica é a resistência a penetração de um material em outro. Este termo dureza pode também estar ligado à resistência a corte, risco e flexão.

2.6.4 Ensaio de líquido penetrante

O ensaio por líquidos penetrantes é um método desenvolvido especialmente para a detecção de descontinuidades essencialmente superficiais, e ainda que estejam abertas na superfície do material. (ANDREUCCI, 2013, p.4)

Segundo Andreucci (2013), este tipo de ensaio se divide em seis etapas principais, começando com a limpeza e secagem da peça a que irá se realizar o ensaio, removendo qualquer tipo de contaminante. Aplicação do líquido penetrante geralmente de cor vermelha, sobre a sua superfície para que penetre em sua descontinuidade. Remover o excesso do penetrante com produtos adequados, não deixando nenhum tipo de resíduo. Aplicação do revelador que usualmente é um pó fino e branco, onde irá absorver o penetrante das descontinuidades e revelando-as.

Avaliar e inspecionar as aberturas, através das manchas produzidas pela absorção do penetrante, em boas condições de luminosidade. Por último deve ser feita a limpeza de todos os resíduos de produtos, para que não prejudique qualquer etapa posterior em que a peça será submetida. Os produtos penetrantes são classificados segundo a norma Petrobras N-1596 conforme mostra a quadro 3.

Quadro 3-Produtos penetrantes

Penetrante		Remoção do Excesso de Penetrante		Revelador	
Tipo	Designação	Método	Designação	Forma	Designação
I	Penetrante fluorescente	A	Água	a	Seco
II	Penetrante de contraste colorido	B	Emulsificante lipofílico	b	Solúvel em água
		C	Solvente	c	Em suspensão na água
		D	Emulsificante hidrofílico	d	Diluído em solvente

Fonte: Adaptado da norma Petrobras N-1596

Segundo a norma Petrobras N-1596, para a qualidade procedimento de inspeção, deve ser efetuada uma avaliação do procedimento, verificando sua compatibilidade com sua aplicação.

3 METODOLOGIA

Será analisado neste trabalho a rugosidade, dureza, empenamento e as trincas superficiais, bem como espessura mínima dentro dos limites de segurança. Sendo observado quais as variações de propriedades de uma peça recondicionada no caso um disco de freio que será recuperado pelo processo de usinagem. Utilizará para este fim, fundamentos práticos e teóricos bibliográficos nas áreas de materiais, projetos, processo de usinagem e frenagem automotiva leve. Analisando as variações das propriedades do disco de freio de um veículo de passeio após sua recuperação por meio de processo de usinagem, visto que tanto suas propriedades quanto os seus parâmetros irão indicar a viabilidade do processo, sendo que os dados obtidos devem chegar próximos aos dados do componente sem uso (novo), assim como não ultrapassar o limite de espessura do mesmo.

3.1 Coleta de dados

Foi realizado a coleta de dados sobre o disco de freio sem uso onde foi identificado que o mesmo se trata de um disco de ferro fundido cinzento, do tipo ventilado, com limite de espessura de 16mm, do fabricante Volkswagen Gol 1.0 ano 2012, assim como o disco usado antes e após a

recuperação, ambos com as mesmas especificações, na figura 4 (a) observa-se um disco de freio novo, na figura 4 (b) disco de freio usado e na figura 4 (c) disco de freio recuperado.

Figura 4 (a): Disco de freio novo



Figura 4 (b): Disco de freio usado



Figura 4 (c): Disco de freio recuperado



Fonte: Do autor

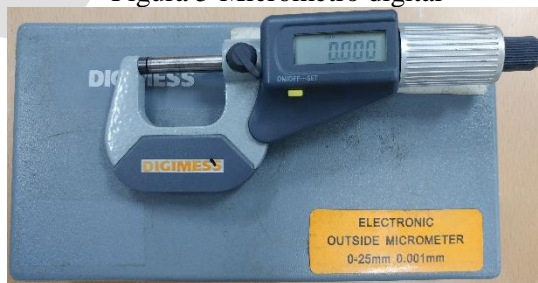
O disco apresenta diferentes aspectos visuais, sendo o recuperado com o aspecto visualmente bem próximo ao do componente novo e o usado diferente de ambos.

3.2 Equipamentos

3.2.1 Micrômetro

Para medir as espessuras dos discos foi utilizado um micrômetro externo digital da marca digimes com capacidade de 0-25mm e resolução de 0,001mm como mostra a figura 5.

Figura 5-Micrômetro digital



Fonte: Do autor

O micrômetro é um instrumento que possibilita medições rigorosas e exatas, o modelo digital é próprio para controle estatístico de processos, pois permite se realizar uma leitura rápida sem erros de paralaxe.

3.2.2 Relógio comparador

Na medição de empenamento dos discos de freio foi utilizado um relógio comparador da marca zaas com capacidade de 0-10mm e resolução de 0,01mm (figura 6).

Figura 6-Relógio comparador



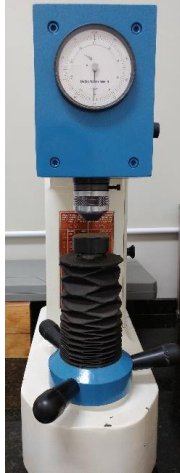
Fonte: Do autor

O relógio comparador é um instrumento de medição por comparação, equipado com uma escala e um ponteiro, interligados por diversos mecanismos a uma ponta de contato. Quando o ponta de contato sofre uma pressão e o ponteiro gira em sentido horário, sua diferença é positiva, significa que a peça apresenta maior dimensão que a estabelecida. Se o ponteiro girar em sentido anti-horário, a diferença será negativa, ou seja, a peça apresenta menor dimensão que a estabelecida.

3.2.3 Durômetro

A análise de dureza foi realizado em um medidor de dureza da marca indústécnica modelo de bancada com leitura analógica para ensaios de dureza rockwell normal, superficial e a brinell, seguindo a norma NBRNM187 (05/1999) Materiais metálicos - Dureza Brinell - Parte 1: Medição da dureza Brinell - Parte 2: Calibração de máquinas de medir dureza Brinell - Parte 3: Calibração de blocos padrão a serem usados na calibração de máquinas de medir dureza Brinell que foi a escala empregada para realização dos testes (figura 7).

Figura 7- Durômetro



Fonte: Do autor

A maioria dos ensaios de dureza estáticos consiste na impressão de uma pequena marca feita na superfície da peça, pela aplicação de pressão, com uma ponta de penetração. É muito utilizado para se obter sua resistência ao desgaste, controle de qualidade de tratamentos térmicos, resistência mecânica através do uso de tabelas de correlação, pesquisa e desenvolvimento de novas ligas e materiais entre outros. É considerado não destrutivo, deixando apenas uma marca que não irá comprometer o uso da peça ou corpo de prova.

3.2.4 Rugosímetro

Para análise de rugosidade o instrumento utilizado foi o rugosímetro surfstest sj-201p da marca mitutoyo com método de medição indutivo diferencial e capacidade de $350\mu\text{m}$, atendendo a Norma NBR ISO 4287/2002 para especificação da rugosidade (figura 8).

O rugosímetro é um equipamento eletrônico largamente empregado na indústria para conferência de superfície de peças e ferramentas (rugosidade). Garante um alto parâmetro de qualidade nas medições, sendo destinado à análise dos problemas referentes à rugosidade de superfícies.

Figura 8-Rugosímetro



Fonte: Do autor

3.2.5. Líquido penetrante (LP)

Os produtos para ensaio do líquido penetrante são da marca carbografite, atendendo a norma Petrobras N-1596, procedimento para aplicação e inspeção por líquido penetrante. São utilizados três produtos para o procedimento, o PCG 53 líquido penetrante, RCG S solvente para remoção do excesso e limpeza do líquido penetrante da superfície inspecionada e o PCG 52 revelador que irá absorver o penetrante das discontinuidades revelando-as (Figura 9).

Figura 9-Líquido penetrante e revelador



Fonte: Do autor

O ensaio de líquido penetrante (LP), baseia-se na aplicação de produtos químicos, na superfície do material a ser inspecionado, para identificar microtrincas que são imperceptíveis a olho nu. Esse processo é dividido em três etapas, etapa 1 aplicação do líquido penetrante na área a ser analisada, etapa 2 remoção e limpeza do líquido penetrante e etapa 3 aplicação do revelador.

3.2.6 Torno mecânico

O equipamento empregado na recuperação do disco de freio, foi um torno mecânico da marca rebitex com capacidade de disco de até 400 mm de diâmetro, equipamento próprio para o procedimento (Figura 10).

Figura 10-Torno



Fonte: Do autor

O torno mecânico é uma máquina operatriz muito versátil, utilizada no acabamento ou na confecção peças. Esta máquina-ferramenta permite a usinagem de variados componentes mecânicos, possibilita a transformação do material em seu estado bruto, em peças que podem ter seções circulares. No caso do equipamento para recuperação de disco de freio, trata-se de um torno mecânico de pequeno porte, onde possui um eixo e um cone acoplado para o encaixe do disco onde faz o movimento de revolução, e um carrinho de curso transversal, com duas ferramentas fixadas na ponta de seu eixo que avançam na peça realizando sua usinagem.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises e os resultados obtidos no presente estudo.

4.1 Medidas de espessura

Foram realizadas medições de espessura no disco sem uso, no disco usado antes da recuperação e no disco após a recuperação, em todos foram feitas três medições em pontos diferentes (0° , 120° , 240°), e posteriormente uma média de cada uma delas, na figura 11 (a) mostra a espessura do disco novo, na figura 11 (b) espessura do disco usado e na figura 11 (c) espessura do disco recuperado.

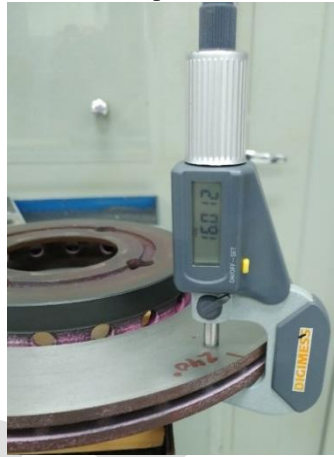
Figura 11 (a): Disco de freio novo



Figura 11 (b): Disco de freio usado



Figura 11 (c): Disco de freio recuperado



Fonte: Do autor

Observa-se que a espessura dos discos estão conforme suas especificações e dentro do seu limite mínimo de espessura, conforme demonstrado na tabela 1

Tabela 1-Medidas de espessura

Ângulo de Posicionamento	Espessura Disco de Freio (mm)		
	Novo	Usado	Recuperado
0°	17,949	16,625	16,012
120°	17,956	16,621	16,013
240°	17,947	16,620	16,012
Média	17,950	16,622	16,012

Fonte: Do autor

Os dados obtidos nas espessuras dos discos mostram que, o disco novo atende seu padrão de fabricação, o usado é menor devido ao seu uso efetivo de trabalho (km), e percebe-se a diferença de medida do disco usado para o recuperado é pouca, mostrando que sua usinagem de recuperação retira somente as imperfeições do componente. Observa-se que a vida útil de um disco novo é de 2mm, sendo que ele obtém uma espessura de 18mm e um limite de espessura especificado pelo fabricante de 16mm.

4.2 Ensaio de dureza

Os ensaios de dureza também foram realizados no disco novo, usado e recuperado com medições em três pontos diferentes em cada disco, e a média de cada um, conforme mostra a figura 12 (a) dureza do disco novo, figura 12 (b) dureza do disco usado e figura 12 (c) dureza do disco recuperado.

Figura 12 (a): Disco de freio novo



Figura 12 (b): Disco de freio usado



Figura 12 (c): Disco de freio recuperado



Fonte: Do autor

No ensaio de dureza mostra que, a dureza do disco usado é menor que a do disco novo, e a dureza do disco recuperado já é semelhante ao do componente novo, os dados obtidos na figura 12 (a), 12 (b) e 12 (c) são apresentados na escala de leitura C, e convertidos para HB Brinell como podemos observar na tabela 2.

Tabela 2-Dureza Brinell HB

Ângulo de Posicionamento	Dureza Brinell (HB)					
	Novo		Usado		Recuperado	
	(C)	(HB)	(C)	(HB)	(C)	(HB)
0°	50	188	47	178	49	185
120°	47	178	44	169	46	175
240°	49	185	42	163	49	185
Média	49	184	44	169	48	182

Fonte: Do autor

Na dureza do disco usado, mostra-se inferior ao do disco novo, isso devido a suas variações de temperaturas e agentes externos pelo qual são submetidos pelo seu efetivo trabalho, já no disco recuperado observa-se que essa dureza é restaurada, chegando bem próximo a dureza do componente novo.

4.3 Análises da rugosidade

As análises de rugosidade seguiram as mesmas sequencias das etapas anteriores, coforme apresentado na figura 13 (a), figura 13 (b) e figura 13 (c).

Figura 13 (a): Disco de freio novo



Figura 13 (b): Disco de freio usado



Figura 13 (c): Disco de freio recuperado



Fonte: Do autor

A rugosidade obtida no disco usado mostra-se inferior ao do disco novo, e rugosidade do disco recuperado superior ao novo como se observa na Tabela 3.

Tabela 3-Rugosidade na Superfície do Disco

Ângulo de Posicionamento	Rugosidade (μm)		
	Novo	Usado	Recuperado
0°	1,03	0,58	3,44
120°	1,15	0,55	3,38
240°	1,00	0,63	3,18
Média	1,06	0,58	3,33

Fonte: Do autor

No disco usado a rugosidade se apresenta inferior ao disco novo, pois o mesmo apresenta uma espécie de polimento, causado pela fricção entre os materiais de atrito e variações de temperaturas, a superioridade de rugosidade

obtida no disco recuperado se da ao fato da maquina e ferramenta utilizada no processo de usinagem, não serem empregadas da mesma tecnologia usada pelo fabricante na confecção do disco novo.

4.4 Empenamento

As medições de empenamento foram feitas diretamente no veículo, com o disco de freio fixado no cubo de roda exercendo seu efetivo trabalho, em três pontos da área de atrito dos disco (superior, médio e inferior) e feito uma media desses valores, observa-se na figura 14 (a) a medição do disco novo, figura 14 (b) do disco usado e figura 14 (c) do disco recuperado.

Figura 14 (a): Disco de freio novo



Figura 14 (b): Disco de freio usado



Figura 14 (c): Disco de freio recuperado



Fonte: Do autor

O empenamento do disco usado mostrou-se menor que do disco novo, e do disco recuperado maior que ambos os componentes, as diferenças encontradas no empenamento dos discos são mínimas, e todas medidas com um grau de empenamento consideravelmente baixo, não comprometendo a eficiência do sistema, como apresentado na tabela 4.

Tabela 4-Medidas de Empenamento

Ângulo de Posicionamento	Empenamento (mm)		
	Novo	Usado	Recuperado
0°	0,5	0,3	0,7
120°	0,4	0,2	0,6
240°	0,3	0,2	0,4
Média	0,4	0,2	0,6

Fonte: Do autor

4.5 Trincas superficiais

A análise de trincas foi realizada em todos os discos, como mostra a figura 15 (a) disco novo, 15 (b) disco usado e figura 15 (c) disco recuperado.

Figura 15 (a): Disco de freio novo

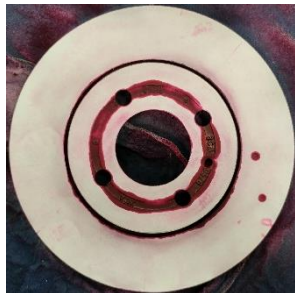
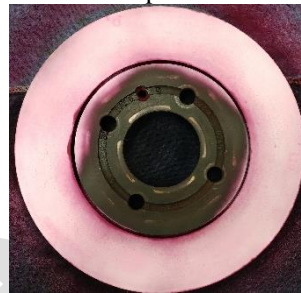


Figura 15 (b): Disco de freio usado



Figura 15 (c): Disco de freio recuperado



Fonte: Do autor

Em nenhum disco foram encontradas trincas, seja no disco novo por algum defeito de fabricação, no disco usado pela rigidez dos materiais de atrito e os fluxos de calor não uniformes, como também não obteve nenhuma trinca na usinagem de recuperação do componente. Nota-se pontos presentes no disco, os mesmos se referem a indicação do seu limite de espessura.

4.6 Usinagem de recuperação

A usinagem de recuperação do disco foi realizada em um torno específico para usinagem de disco de freio utilizando ferramentas de metal duro (figura 16).

Figura 16-Torneamento



Fonte: Do autor

Nota-se que na usinagem de recuperação do disco, todos os defeitos aparentes no disco usado, causados pelo seu efetivo trabalho são removidos, recuperando o aspecto de um componente novo.

No presente trabalho foram analisados aspectos relevantes para possíveis defeitos em discos de freio, assim como na usinagem dos mesmos, parâmetros que influenciam diretamente no bom funcionamento do sistema de frenagem de veículos leves e conseqüentemente em sua segurança.

Grande parte dos dados obtidos nas análises mostrou que os parâmetros do disco recuperado chegaram próximos ao do componente sem uso. O único dado que se distanciou mais foi na análise de rugosidade, em que no disco usado antes da recuperação apresentou um nível menor, pelo fato do disco apresentar uma espécie de polimento devido ao contato dos materiais e das temperaturas de trabalho.

Quanto ao procedimento de recuperação, o nível da rugosidade foi maior que o do componente novo, devido a ferramenta e a máquina utilizada na usinagem de recuperação, pois as mesmas não possuem a mesma tecnologia usada pelos fabricantes, o que pode vir a causar um possível desgaste prematuro das pastilhas. Outro fator obtido foi que ambos os componentes não apresentaram nenhum tipo de trincas.

5 CONCLUSÃO

Através das pesquisas bibliográficas realizadas afim de maior compreensão do sistema de freios automotivos, e dos fatores que envolvem a usinagem de recuperação, visto que estes são aspectos fundamentais para o bom funcionamento do sistema de frenagem, foram realizadas análises, e essas mostraram que os parâmetros do disco usado após passar pelo processo de recuperação, chegaram bem próximos aos do disco sem uso.

Concluindo que é possível realizar esse procedimento, pois não terá suas propriedades afetadas, e que em muitos casos ele se torna bastante viável. Casos esses que devem ser bem avaliados, por que se trata de inúmeros fatores que irão levar a diferentes desgastes dos componentes, como os materiais de que eles são produzidos, e de qual forma o condutor realiza as frenagens em seus veículos, sendo a maneira correta de frenagem sempre utilizando do freio motor, ou seja, com o carro engatado em alguma marcha e nunca em ponto morto, mesmo em descidas, utilizando de frenagens suaves e nunca de forma abrupta.

No entanto há casos em que a vida útil da pastilha de freio irá chegar ao seu fim, enquanto a do disco ainda estará na metade. Neste caso deve-se levar em conta o fator econômico visto que o preço do disco utilizado no estudo é de R\$382,00 reais enquanto a usinagem de recuperação teve um custo de R\$25,00 reais, lembrando que quanto mais atual for a tecnologia empregada no procedimento utilizado, melhor será o resultado obtido.

No caso do disco usado na pesquisa, seu desgaste estava bem avançado, com uma espessura de 16,622mm, e ele chegou a uma medida de 16,012mm após o processo, sendo esse viável para o estudo, pois não chegou ao seu limite de espessura que é de 16mm, mas em um caso real de utilização, essa medida de espessura não é recomendada se realizar a recuperação. Tal situação justifica-se, pois, se chegou bem próximo ao seu limite, ou seja, irá restar uma pequena parte de sua vida útil a ser aproveitada. Como sugestões para pesquisas futuras: a) análise do desgaste da pastilha de freio sobre a influência de um disco recuperado; b) influência dos materiais empregados no desgaste em pastilha de freio; c) materiais de fricção empregados no sistema de freio automotivo.

REFERÊNCIAS

ALVES, Raphael Hayashi. **ANÁLISE DE DESGASTE EM MATERIAIS APLICADOS EM DISCOS DE FREIO**, 2015. Disponível em:

<<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/123085/000823419.pdf?sequence=1>> Acesso em 14 de Maio de 2016.

ANDREUCCI, Ricardo. **LIQUIDOS PENETRANTES**, 2013. Disponível em: www.abendi.org.br/abendi/Upload/file/biblioteca/LP-2013_pdf%20substituir.pdf. Acesso em 25 de Maio de 2016.

BATISTA, Marcelo Ferreira. **ESTUDO DA RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIES PLANAS USINADAS POR FRESAS DE TOPO ESFÉRICO**, 2006. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-13032007-234237/pt-br.php>>. Acesso em: 22 de mar. 2017.

BREZOLIN, André. **Estudo de Geração de Trincas Térmicas em Discos de Freios de Veículos Comerciais**, 2007. Disponível em:

<<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/207/Dissertacao%2>

0Andre%20Brezolin.pdf;jsessionid=1E6DC73A1049DACAC71064F753138147?sequence=1>. Acesso em 2 de Maio de 2016.

CAMARGO, R. (2002). **Rugosidade superficial nas operações de torneamento**. Santa Bárbara D`Oeste: SENAI.

CALIL, L.F.P.; BOEHS, L. (2004). **A atenção dada pelas empresas à textura das superfícies usinadas**. Máquinas e Metais, São Paulo, v.41, n.466, p.142, nov.

CASARIL, Alexandre. **TENACIDADE À FRATURA DE MATERIAIS COMPÓSITOS DE FRICÇÃO COMO REQUISITO DE PROJETO DE COMPONENTES DE FRENAGEM PARA A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/86468>>. Acesso em: 21 de mar. 2017.

CALLISTER, Jr.; WILLIAM, D., 2002, **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**, Editora LTC, São Paulo, 5ed., p. 78-85.

DINIZ, Anselmo Eduardo; Francisco Carlos Marcondes; Nivaldo Lemos Coppini. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. – 8 ed. São Paulo; Artliber Editor p.249,2013

ERIKSSON, M.; BERGMAN, F.; JACOBSON, S. **On the Nature of Tribological Contact in Automotive Brakes**. Wear, Uppsala, n.252, p.26-36, 2002.

INMETRO. **Avaliação de dados de medição — Guia para a expressão de incerteza de medição**, 2008. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/iso_gum_versao_site.pdf>. Acesso em: 28 de mai. 2017.

INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia**. 2, ed, Brasília, SENAI/DN, p. 13-35, 2000.

IOMBRILLER, S. F. **“Análise térmica e dinâmica do Sistema de Freio a Disco de Veículos Comerciais Pesados”**. Dissertação (doutorado em

Engenharia Mecânica), São Carlos: USP – Universidade de São Paulo, p. 177, 2002.

MACHADO, Alisson Rocha ... [et al.]. **Teoria da usinagem dos matérias** - 2. Ed. – São Paulo; Blucher p. 299, 2011.

MACKIN, T.J., “**Thermal cracking in disc brakes**”, Engineering Failure Analysis, February 2002, Vol. 9, no. 1, pp. 63-76(14).

MALUF, Omar. **FADIGA TERMOMECAÂNICA EM LIGAS DE FERRO FUNDIDO CINZENTO PARA DISCOS DE FREIO AUTOMOTIVOS**, 2007. Disponível em:
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-23062009-151607/pt-br.php>>. Acesso em: 22 de mar. 2017.

MANEIRO, M. A. G., RODRÍGUEZ, J., 2006, “**A Procedure to Prevent Pile up Effects on the Analysis of Spherical Indention data in Elastic-Plastic Materials**”, Mechanics of Materials, Madrid, Spain.

Manual Nakata para sistema de freio. Disponível em:
<<http://www.nakata.com.br/files/catalogo/arquivo/3.pdf>>. Acesso em 24 de Abril de 2016.

Manual Técnico linha leve Frasle. Disponível em:
<http://www.freiar.com.br/portal/images/3202014-43010-pm_Manual%20Tec%20Linha%20Leve%202014.pdf>. Acesso em 28 de Maio de 2016.

O Mundo da Usinagem. Disponível em:
<<http://www.omundodausinagem.com.br/pdf/48.pdf>>. Acesso em 4 de Junho de 2016.

ORTHWEIN, W.C., **Clutches and Brakes – Design and Selection**, 2 ed. New York, Marcel Dekker, 2004.

SILVEIRA, Rafael. **DIMENSIONAMENTO E PROJETO DO SISTEMA DE FREIOS DE UM VEICULO FORA DE ESTRADA TIPO BAJA**, 2010. Disponível em:
<<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM053/Bibliografia/freios/%5BBR%5D>

[%20-%20TCC%20freio%202010%20-%20Rafael%20Silveira.pdf](#)>. Acesso em: 23 de mar. 2017.

SOUZA, R.O.A. et al., Janeiro / Março, 2009, “**Avaliação da Dureza Vickers de Resinas Compostas de Uso Direto e Indireto**”, Cienc. Odontol. Bras., v.12, n.1, p.23-30.

e-TEC

CAPÍTULO II - PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM ELEVADOR PARA ACESSO DOS PORTADORES DE MOBILIDADE REDUZIDA AOS LABORATÓRIOS DE INFORMÁTICA

VALDECIR DA ROCHA¹
ADRIANA GISELI LEITE CARVALHO²
EDGARD JOSÉ CARBONELL MENEZES³

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo propor o desenvolvimento de um elevador para acesso dos portadores de mobilidade reduzida, aos laboratórios de informática da Faculdade SENAI de Londrina. Como base de estudo, utilizou-se a norma técnica brasileira NBR 9050 (2004), criada para garantir à acessibilidade adequada as pessoas portadoras de mobilidade reduzida aos edifícios e instalações de uso público. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram coletadas informações através da análise do trajeto percorrido pelos cadeirantes até os laboratórios, e uma pesquisa bibliográfica em literaturas impressas e eletrônicas apresentando dados pesquisados e publicados por outros autores, os dados coletados possibilitaram a elaboração desta proposta. Foi possível constatar que com a proposta obtêm-se uma redução no percurso de acesso aos laboratórios de informática e adequando-o às normas de acessibilidade garantindo a inclusão dos portadores de mobilidade reduzida às suas dependências, a fim de desenvolver livremente suas atividades acadêmicas.

Palavras-chave: Acessibilidade, Elevador, Processos de Fabricação.

Abstract: The present work aims to propose the development of an elevator for the access of people with reduced mobility, to the computer labs of the SENAI Faculty of Londrina. As a study basis, the Brazilian technical standard NBR 9050 (2004) was created, designed to guarantee adequate accessibility for people with reduced mobility in public buildings and

¹ Discente Graduando em Tecnologia em fabricação mecânica, Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina; rochaedn2@gmail.com

² Docente Mestre; Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina; adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

³ Docente Doutor; Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina; edgard.menezes@sistemafiep.org.br

facilities. For the development of this work, information was collected through the analysis of the path traveled by the wheelchair users to the laboratories, and a bibliographical research in printed and electronic literature presenting data researched and published by other authors, the data collected allowed the elaboration of this proposal. It was possible to verify that the proposal obtains a reduction in the access path to computer labs and adapting it to the accessibility standards, guaranteeing the inclusion of the holders of reduced mobility to their dependencies, in order to freely develop their academic activities.

Keywords: Accessibility, Elevator, Manufacturing Processes.

1 INTRODUÇÃO

Na busca pelo exercício da cidadania, as pessoas portadoras de mobilidade reduzida encontram na acessibilidade, que são as condições e possibilidades de acesso com autonomia a espaços em comum, a questão central para a falta de qualidade de vida. Exemplo dos cadeirantes, que enfrentam inúmeras dificuldades de locomoção e acessos a espaços públicos, locais de trabalho, instituições de ensino. “A impossibilidade de deslocar-se de forma autônoma provoca no sujeito prejuízos sociais, afetivos e intelectuais” (BASIL, 2004, p.215).

Mobilidade reduzida é aquela que, por qualquer motivo, o indivíduo encontra dificuldade de movimentar-se, permanente ou temporariamente, gerando redução efetiva da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção (SILVA, 2014 p.26).

O Censo de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelou que aproximadamente 45 milhões de pessoas ou 23,9% da população brasileira possuem algum tipo de deficiência. Destas, cerca de 13 milhões apresentam deficiência motora, com diferentes graus de dificuldade. Partindo destes números a urgência na efetivação das políticas de acessibilidade se tornou fundamental para garantir a inclusão e a mobilidade dos indivíduos. Para viabilizar a inclusão de um indivíduo com mobilidade reduzida no ensino superior com qualidade e dignidade, se faz necessário o total cumprimento das normas de acessibilidade.

Nas esferas do governo, o que vemos são programas, propostas, projetos, leis e decretos com siglas e promessas, que ficam, na maioria das vezes, só no papel. Programas similares e simultâneos são lançados sem que haja

integração de objetivos e metas entre eles. A inclusão educacional de alunos com mobilidade reduzida tem sido discutida amplamente como forma de garantir os direitos de acessibilidade destas pessoas, levando ao interesse em conhecer como está ocorrendo à mobilidade de cadeirantes nos espaços físicos das instituições de ensino superior.

Observando a estrutura física da faculdade SENAI de Londrina, percebe-se a dificuldade de acesso dos cadeirantes aos laboratórios de informática, setor fundamental para o desenvolvimento de suas atividades acadêmicas. Diante disto, uma opção de melhoria seria o desenvolvimento do projeto de um elevador elétrico, tornando uma alternativa viável e prática, onde reduziria este percurso facilitando a circulação e tornando o ambiente livre e digno que reflete na inclusão e adequação da instituição de ensino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Acessibilidade

2.1.1 Antecedentes históricos na questão da acessibilidade

A discussão sobre os direitos da pessoa com deficiência tem seu fundamento nos direitos humanos e na cidadania, fruto da Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948. O homem percebe a necessidade de reconhecimento dos seus direitos, e que mais tarde, resultaria também na inclusão dos direitos das pessoas com deficiência, Feijó (2008, p.1), diz que antes da 2ª Guerra Mundial, os direitos humanos tinham influência somente dentro dos Estados, mas a partir do fim da guerra, com as práticas afrontosas cometidas durante este período, houve uma preocupação em internacionalizar os direitos fundamentais do homem.

A partir daí surgiram vários documentos buscando efetivar e descrever detalhes sobre os direitos do homem, alguns mais abrangentes outros mais específicos voltados para as pessoas portadoras de deficiências, isto resultou na elaboração e criação da Declaração dos Direitos dos Deficientes Físicos de 1975.

De acordo com Aceti (2007 p.209) o que se almeja não é assegurar a aparente igualdade (física ou psicológica), mas sim assegurar a igualdade das coisas, das oportunidades, do acesso (desde a locomoção até a comunicação) e dos meios de informação e ensino. “No momento que estabelecemos uma escada, ou mesmo uma sarjeta como regra de acesso às vias públicas, estamos excluindo pessoas” (ACETI 2007 p.209).

Os direitos destas pessoas vêm ganhando notoriedade com o passar dos anos e culmina com seu ápice na década de 1980, segundo Souza (2002 p.29) um grande marco na evolução do reconhecimento de oportunidades para pessoas portadoras de deficiências, foi à adoção pela Conferência Internacional do Trabalho em 1983, da convenção 159 e da Recomendação 168. Estas normas internacionais apóiam o direito dessas pessoas a treinamento, trabalhos apropriados, e inclusão no mercado de trabalho.

2.1.2 O contexto legal da acessibilidade na legislação brasileira

Na legislação brasileira, o tema acessibilidade havia sido tratado na Emenda Constitucional nº 12, de 17 de outubro de 1978. Brasil (1978 *apud* GUERREIRO 2012 P.222). Nesta é assegurada a pessoa com deficiência a melhoria de sua condição social e econômica, mediante, entre outros itens, a possibilidade de acesso a edifícios e logradouros públicos.

Mas somente em 1988 no item 2 do Art. 227º da Constituição Federal que o tema ganhou uma maior relevância, o texto diz que a lei disporá sobre as normas para a construção de logradouros, a fim de garantir o acesso adequado as pessoas com deficiência. E, no Art. 244º, também é prevista a adaptação dos logradouros públicos, com a mesma finalidade.

Ao falar sobre o movimento de inclusão, Fávero (2007 p. 38) diz que a nossa constituição não prevê um simples “abrir de portas e adaptem-se quem puder”, mas impõe o dever de promover e realizar ações que garantam a inclusão.

Como o tema foi ganhando magnitude, houve a necessidade de normalização e no ano de 2004, foi criada a norma NBR 9050. O Decreto lei nº 5.296/04, que regulamenta as Leis nº 10.048/00 e 10.098/00, sendo esta última a que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade, diz no Art. 24 que os estabelecimentos de ensino, públicos ou privados, proporcionarão condições de acesso e utilização para pessoas portadoras de mobilidade reduzida em qualquer ambiente (BRASIL 2004 p.3).

Portanto se faz necessário as instituições, independente do ramo atividade exercida, se adequarem a fim de oferecer um ambiente saudável e sem barreiras físicas, e livre acesso aos portadores de necessidades.

2.1.3 A acessibilidade no ambiente educacional

No ambiente educacional, o aprendizado e desenvolvimento do aluno portador de mobilidade reduzida, podem sofrer prejuízos se o seu direito de locomoção for prejudicado, ficando limitado de usufruir dos serviços oferecidos, comprometendo sua autonomia.

Aranha (2004 *apud* GUERREIRO 2012 p.224) diz que a acessibilidade física é um dos primeiros requisitos para a universalização do ensino, pois quando ela não é disponibilizada, não se pode garantir a educação para todos. Na mesma linha de raciocínio Rodrigues (2004 *apud* GUERREIRO 2012 p.224) trouxe reflexões sobre o acesso e suas representações em nossa cultura. Para ele, as barreiras arquitetônicas precisam ser vistas não apenas como um conjunto de rampas e dimensões a serem respeitadas, mas como uma filosofia de acolhimento, conforto e facilidade, em todos os espaços dos edifícios.

As pessoas que utilizam cadeiras de rodas para se locomover têm o direito de inclusão em qualquer instituição de ensino, sem serem comprometidos por barreiras físicas e arquitetônicas, garantindo um ambiente saudável e acessível.

2.2 Normas NBR 9050

Visando garantir a inclusão dos indivíduos portadores de mobilidade reduzida, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), criou a NBR 9050 de 2004, que estabelece critérios e parâmetros técnicos aplicáveis a projetos de construção e adaptação de edificações e espaços físicos. O Decreto nº. 3.298/1999 (BRASIL, 1999) que regulamenta a Lei nº. 7.853/1989 (BRASIL, 1989), que estabelece sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, protege a acessibilidade.

A Lei nº. 10.098/2000, também conhecida como Lei de Acessibilidade, institui normas gerais e critérios essenciais como a melhoria da acessibilidade mediante a eliminação de obstáculos nas vias e facilidade de locomoção nos espaços públicos, na construção e reforma de edificações urbanas, incluindo os meios de transporte (BRASIL, 2000).

Esta Norma estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade (ABNT 2004).

De acordo com a NBR 9050 (ABNT, 2004), os trajetos para as diversas áreas deverão estar livres de obstáculos para o acesso das pessoas que se utilizam de cadeira de rodas. O MEC ressalta que as IES devem

atender as necessidades individuais dos universitários com deficiência física garantindo-lhes um espaço adaptado, livre de barreiras arquitetônicas e que favoreça o deslocamento entre as aulas BRASIL (1994 *apud* COSTA E SOUZA 2014 P. 6).

2.2.1 Plataforma elevatória de percurso vertical

De acordo com a norma, na adaptação de espaços com desníveis, uma opção seria as plataformas de percurso vertical. Elas devem vencer desníveis de até 2,0 m em edificações de uso público ou coletivo e desníveis de até 4,0 m em edificações de uso particular, para plataformas de percurso aberto. Neste caso, devem ter fechamento contínuo, sem vãos, em todas as laterais até a altura de 1,10 m do piso da plataforma.

A plataforma deve vencer desníveis de até 9,0 m em edificações de uso público ou coletivo, somente com caixa enclausurada (percurso fechado). A plataforma deve possuir dispositivo de comunicação para solicitação de auxílio nos pavimentos atendidos e nos equipamentos, ABNT (2004).

2.2.2 Parâmetros antropométricos

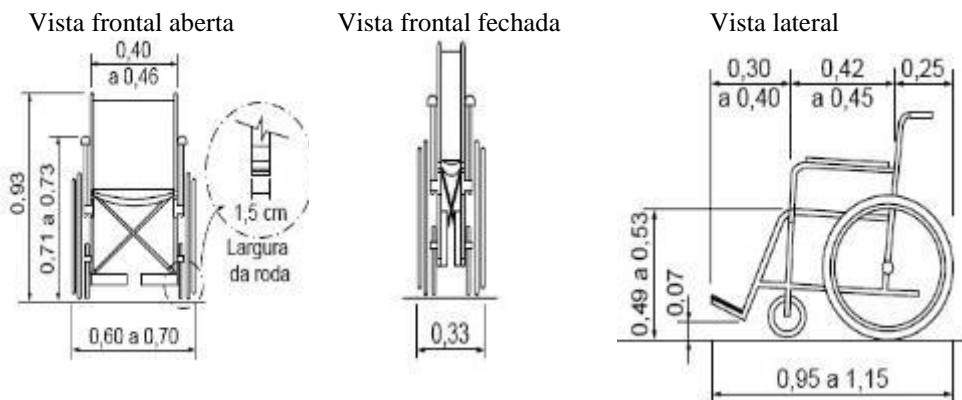
Os parâmetros antropométricos são estudos das medidas físicas nos homens e mulheres, para determinar os parâmetros entre pessoas e grupos sociais, para obter informações utilizadas na elaboração de normas e em projetos de engenharia, arquitetura e urbanismo, ou seja, uma forma de adequar os produtos a seus usuários denomina-se antropometria.

A norma NBR 9050 estabelece que o peso de uma cadeira de rodas manual fica entre 12 e 20 kg e as motorizadas em até 60 kg e suas dimensões estão representadas na figura 1.

De acordo com os parâmetros antropométricos, o módulo de referência é uma projeção de 0,80 m por 1,20 m no piso, que seria uma área ocupada por uma pessoa utilizando cadeira de rodas, não considerando uma movimentação lateral e/ou a necessidade de rotacionar. Na figura 2 representa tanto o espaço ocupado, quanto o necessário para um giro de 180°.

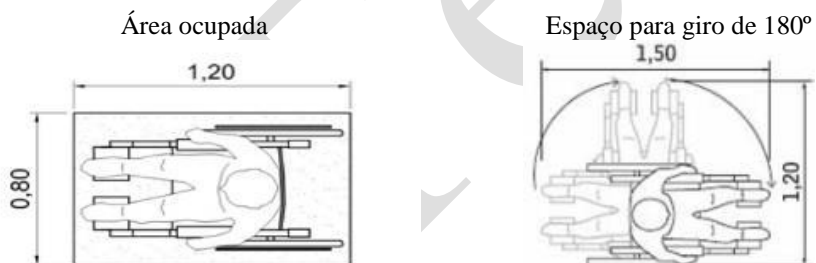
Após uma visão superior do espaço necessário para o posicionamento e a movimentação de uma cadeira de rodas ao dar um giro de 180°, se faz necessário demonstrar também, a área de abrangência utilizada para a movimentação dos membros superiores, a fim de facilitar sua rotina. A figura 3 apresenta as dimensões para o alcance manual lateral para pessoas em cadeiras de rodas,

Figura 1: Dimensões da cadeira de rodas



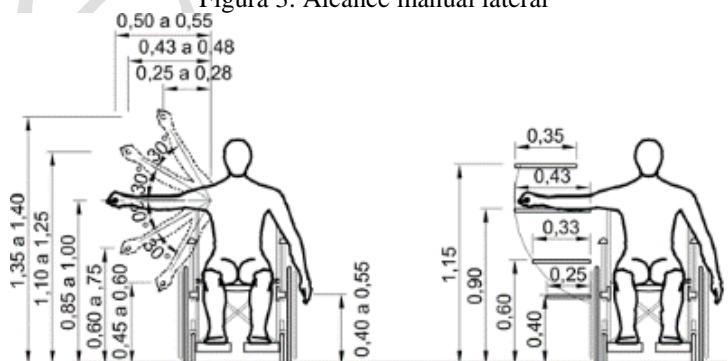
Fonte: ABNT (2004)

Figura 2: Módulo de referência



Fonte: ABNT (2004)

Figura 3: Alcance manual lateral



Fonte: ABNT (2004)

Nota-se que as dimensões se alteram conforme o ângulo de posicionamento do membro superior, item muito relevante ao posicionar objetos utilizados por estas pessoas.

Num ambiente já adequado se faz necessário a sinalização. A figura 4 apresenta o símbolo indicando a presença de um elevador para cadeirantes, e mostra também o símbolo internacional de acesso aos serviços e espaços, edificações, mobiliários e equipamentos urbanos onde existem elementos acessíveis ou utilizáveis por pessoas portadoras de mobilidade reduzida (ABNT 2004).

Figura 4: Símbolos de acessos

Símbolo de elevador



Símbolo internacional de acesso



Fonte: ABNT (2004)

Padronização e sinalização são necessárias para a perfeita adequação de espaços acessíveis com base na norma NBR 9050.

2.3 Processos de fabricação

O aço é a matéria prima base utilizada nas construções metálicas. As estruturas das edificações, máquinas e equipamentos são os grandes responsáveis por garantir a confiança e a qualidade do produto final. As principais características dos aços são a resistência mecânica e a boa adequação aos processos de usinagem, corte, dobra e solda. Para cada aplicação específica exige diferentes tipos e formas de aços disponíveis. Existe uma grande variedade de formas e de tipos de aços disponíveis, o que decorre da necessidade de contínua adequação do produto às exigências de aplicações específicas que vão surgindo no mercado, seja pelo controle da composição química, seja pela garantia das propriedades mecânicas

requeridas ou, ainda, por sua forma final (chapas, perfis, tubos, barras, etc.). (GRIGOLETI 2014 p.21).

2.3.1 Usinagem

A usinagem é um processo de fabricação utilizado para dar forma, dimensionar e dar acabamento superficial em materiais dos mais variados tipos como aços, polímeros, madeira. Segundo (CHIAVERINI 1986 p.194), “Nas operações de usinagem, uma porção do material das peças é retirada pela ação de uma ferramenta chamada ferramenta de corte produzindo o cavaco, caracterizado por forma geométrica irregular”. Na tabela 1 apresentamos a classificação das principais operações utilizadas nos processos de usinagem.

Tabela 1: Processos de usinagem

OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO
Torneamento	Utilizado para dar forma em superfícies cilíndricas, incluem também: torneamento cônico, radial.
Furação	Para obter furos geralmente cilíndricos, incluem também: furação em cheio, escareamento, furação escalonada, furação de centros e trepanação.
Fresamento	Obter superfícies variadas com auxílio de ferramentas multicortantes há dois tipos básicos, fresamento cilíndrico tangencial e fresamento frontal.
Roscamento	Para obter filetes de rosca pode ser interno ou externo.
Retificação	Usinagem por abrasão, utilizando rebolos com ferramenta, a retificação pode ser: cilíndrica, cônica, de perfil, sem centros.

Fonte: Adaptado Chiaverini (1986)

Outros processos de usinagem compreendem: brunimento, lapidação, espelhamento, polimento, afiação, limagem, rasquetamento, etc.

2.3.2 Soldagem MIG/MAG

O processo de solda é empregado na união de peças metálicas de forma permanente, aquecendo as superfícies a serem unidas, adicionando metal de enchimento na junta até chegarem ao ponto de fusão. Utilizado também na recuperação de peças desgastadas e aplicação de camadas de superfícies com características especiais. No aquecimento leva a um fenômeno de difusão na zona soldada, como resultado a solda obtém uma boa

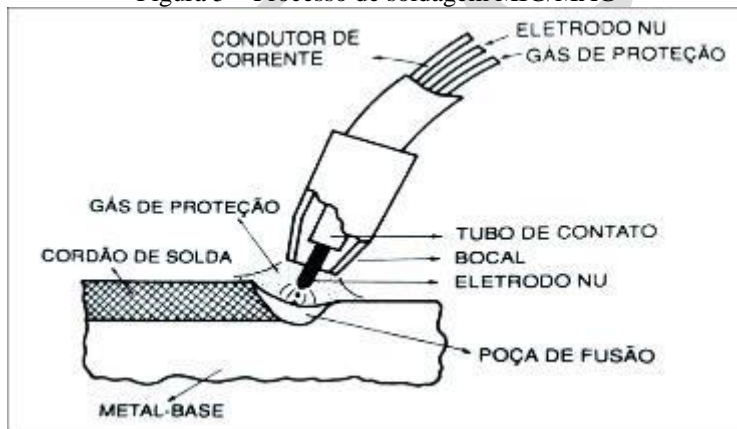
resistência e perfeitamente coesa depois que o material resfria. (CHIAVERINI 1996).

Segundo Scotti e Ponomarev (2008) o processo MIG/MAG “se baseia na fonte de calor de uma arco elétrico mantido entre a extremidade de um arame nu consumível, alimentado continuamente, e a peça a soldar.”

Segundo Modenesi e Marques (2000) a proteção da área de soldagem é feita por um gás ou a mistura de gases. Se a área de soldagem é protegida por um gás inerte (Argônio ou Hélio) o processo é conhecido por MIG (*Metal Inert Gás*). Caso a proteção seja feita por um gás ativo (Gás Carbônico), ou ainda a mistura (Gás Carbônico, Oxigênio, Argônio) o processo é conhecido por MAG (*Metal Active Gás*)

Para Wainer (1992), o processo MIG é apropriado para a soldagem de aço carbono, aços ligas, aços inoxidáveis, alumínio, magnésio e cobre, já o processo MAG é adequado para a soldagem de aços de baixo carbono e aços de baixa liga. A Figura 5 apresenta o processo de soldagem MIG/MAG.

Figura 5 – Processo de soldagem MIG/MAG



Fonte: Wainer (1992)

No Quadro 1 observa-se as principais vantagens, limitações e as aplicações do processo de soldagem MIG/MAG.

Quadro 1 – Vantagens, limitações e aplicações processo MIG/MAG.

Vantagens e limitações	Aplicações
- Processo com eletrodo contínuo. - Permite soldagem em qualquer posição.	- Soldagem de ligas ferrosas e não ferrosas. - Soldagem de carrocerias e estruturas de veículos. - Soldagem de tubulações, etc.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Elevada taxa de deposição de metal. - Elevada penetração. - Pode soldar diferentes ligas metálicas. - Exige pouca limpeza após soldagem. - Equipamento relativamente caro e complexo. - Pode apresentar dificuldade para soldar juntas de acesso restrito. - Proteção do arco é sensível a correntes de ar. - Pode gerar elevada quantidade de respingos. | |
|--|--|

Fonte: Modenesi e Marques (2000)

Segundo Geary e Miller(2013) a diferença entre o processo TIG e MIG é que o segundo utiliza eletrodo consumível para a soldagem, no qual o eletrodo é continuamente cedido para a tocha por um alimentador, assim o processo se torna contínuo. Assim como no processo TIG produz uma solda limpa e forte, além de um processo versátil na união de metais. O processo de soldagem pode atender não só as necessidades básicas de manutenções ou recuperação de peças, mas pode sim ser empregado nos mais diversos setores da indústria, com o mais alto grau de responsabilidade. “E o mais importante processo de união de metais utilizados industrialmente. Este método de união em conjunto com a brasagem, tem importante aplicação em vários setores da indústria” (MARQUES 2009).

Para a definição do tipo de processo de soldagem a ser utilizado, vários fatores devem ser levados em consideração como o tipo do material a ser soldado, as condições de trabalho ou o resultado desejado no produto final.

2.4 Elementos de transmissão

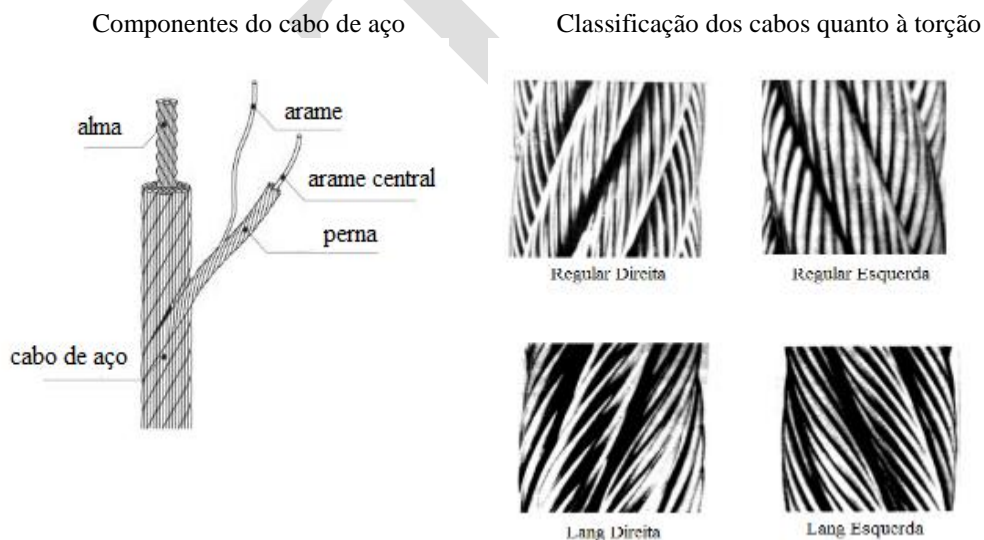
2.4.1 Cabos de aço

São elementos de transmissão, compostos por um feixe de arames de aço, sua função é suportar cargas (força de tração) com flexibilidade,

deslocando-as nas posições horizontal, vertical. Os cabos são muito empregados em equipamentos de transporte e na elevação de cargas, como em elevadores, escavadeiras, pontes rolantes.

Devem ser levadas em consideração as características de aplicação, antes de definir qual o tipo de cabo de aço utilizar. Os cabos de aço podem ser com pernas torcidas da esquerda para a direita (Z), que são os mais comuns ou com pernas torcidas da direita para esquerda (S). Com relação à torção ainda podemos dividir em mais dois tipos: regular e Lang. Regular quando o arame das pernas é torcido no sentido oposto à torção das próprias pernas no entorno da alma, é o tipo mais fácil de manusear, tem boa estabilidade e resistência ao desgaste e a deformações. O tipo Lang os arames e pernas são torcidos no mesmo lado, tem boa resistência a fadiga e a abrasão e são mais flexíveis. Segundo Corrêa (2014 p.8), “torcemos primeiro os arames ao redor do elemento central formando as pernas e posteriormente as pernas em volta da alma formando o cabo.” Na figura 6 detalhamos os componentes do cabo de aço e os tipos de cabos de aço com relação a torção.

Figura 6: Dados de cabos de aço



Fonte: Adaptado Ebah(2017)

É de extrema importância observar os dados antes de definir pela sua utilização, principalmente se tratando de equipamentos de elevação onde existe a clara situação de riscos.

2.4.2 Polias e roldanas

São elementos que giram ao redor de um eixo e que têm por função mudar a direção e o sentido (mas mantendo a intensidade) da força que traciona ou tenciona uma correia, cabo de aço, corrente ou uma corda, ou podem ser usadas também para aumentar ou diminuir a intensidade de uma força, podem ser fixas ou móveis em função da sua utilização. Assim, na polia fixa prendemos o eixo a um suporte de maneira que o objeto a ser levantado fica numa extremidade da corda e a força é aplicada à outra extremidade. Na polia móvel, uma das pontas da corda é fixada a um suporte e na outra ponta aplicamos a força para levantar o objeto o objeto é preso ao eixo da polia. Associando polias, podemos obter vantagens mecânicas em aplicações práticas de multiplicação de forças em vários equipamentos mecânicos. (MÜLLER, PEREIRA 2007)

Recurso muito utilizado nos equipamentos mecânicos, as polias se tornam uma solução simples pelo baixo custo no seu processo de fabricação.

2.4.3 Rolamento de esferas

São elementos utilizados em equipamentos mecânicos para orientação de movimentos de rotação. Seu papel fundamental nos equipamentos é reduzir o atrito por deslizamento e, portanto, diminuir as perdas de energia. A figura 7 apresenta o rolamento de esferas.

Figura 7: Rolamento de esferas



Fonte: Adaptado de SKF rolamentos (2017)

Por se tratar de um elemento de alta precisão, deve ser manuseado com cuidado a fim de evitar danos que prejudiquem sua utilização. "Os rolamentos de esferas foram desenvolvidos para suportarem cargas radiais. Podendo também suportar cargas axiais devido a osculação entre as esferas e os canais das pistas." (BRAGA, DE ALMEIDA 2009)

Segundo Generoso (2009), as principais vantagens e desvantagens que os rolamentos possuem em relação aos mancais de deslizamento estão descritos na tabela 2.

Tabela 2: Vantagens e desvantagens do rolamento

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• Menor atrito e aquecimento;• Coeficiente de atrito de partida (estático) não superior ao de operação (dinâmico);• Pouca variação do coeficiente de atrito com carga e velocidade;• Baixa exigência de lubrificação;• Mantém a forma de eixo (não ocasiona desgaste do eixo);• Pequeno aumento da folga durante a vida útil.	<ul style="list-style-type: none">• Maior sensibilidade aos choques;• Maiores custos de fabricação;• Tolerância pequena para carcaça e alojamento do eixo.

Fonte: Generoso (2009)

Para selecionar o tipo de rolamento a ser utilizado, é preciso levar em consideração as cargas que nele serão aplicado, sua vida útil desejável assim como o ambiente de trabalho a que ele será submetido e as rotações do equipamento.

2.5 Custos de fabricação

Segundo Ribeiro (2013), "Custo de Fabricação ou Custo Industrial compreende na soma dos gastos com bens e serviços aplicados ou consumidos na fabricação de outros bens".

Um dos fatores de relevância importantíssima na indústria, os custos de fabricação tem papel fundamental no desempenho das organizações e nos objetivos a serem alcançados. Um dos fatores que julgamos ser de extrema importância na gestão de qualquer tipo de negócio, de qualquer segmento, em

qualquer ramo de atuação é sem duvida alguma a gestão de custos (SCHIER, 2006). Estes custos são divididos em três elementos principais:

- Materiais;
- Mão de obra;
- Gastos gerais de fabricação.

No quadro 2 é descrito a classificação dos custos com materiais no processo produtivo.

Quadro 2: Classificação de custos com materiais

Materiais	Descrição
- Matéria prima	-Composição do produto de maneira preponderante, numa indústria de móveis de madeira, a matéria prima é a madeira.
- Secundários	-São os materiais aplicados na fabricação em menores quantidades que a matéria-prima, numa indústria de móveis de madeira são os pregos, cola, verniz.
- Auxiliares	-São materiais necessários ao processo de fabricação, mas não entram na composição dos produtos, numa indústria de móveis de madeira são lixas, estopas, pincéis.
- Embalagem	- Materiais destinados a acondicionar ou embalar os produtos, podem ser caixas de papelão ou sacos plásticos.

Fonte: Adaptado Ribeiro (2013)

De acordo com o segmento da empresa, poderão ser encontradas ainda outras denominações de custos com materiais, como por exemplo: materiais de acabamento.

Nos custos com mão de obra, além do salário são compreendidos todos os gastos que o funcionário tem direito, como vale transporte, refeição e também todos os encargos sociais de obrigação da empresa.

Gastos gerais de fabricação são aqueles que não se enquadram nem em materiais e nem em mão de obra, exemplos de alugueis, seguros contra roubos e incêndios, serviços de terceiros

3 PROCESSO ATUAL NO AMBIENTE EDUCACIONAL

A conscientização da importância que se deve dar à acessibilidade tem seu fundamento em documentos efetivos criados para assegurar a igualdade das pessoas deficientes. Não podemos considerar a inclusão social como um dever do estado, através das legislações, temos conhecimento dos direitos das pessoas e podemos discutir amplamente o assunto, possibilitando encontrar soluções, a fim de assegurar a igualdade dos indivíduos.

Em um ambiente educacional se tornou fundamental cumprir as normas de acessibilidade, garantindo dignidade e total aproveitamento dos recursos oferecidos pelas instituições.

Observando o espaço físico interno de movimentação da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina e com base no tema acessibilidade, nota-se a viabilidade de propor um projeto que facilite o acesso. Analisando o trajeto já existente e utilizando como referência os dois estacionamentos da instituição, um ao lado do portão de acesso e o outro no pátio central, observa-se o difícil trajeto percorrido pelos cadeirantes até os laboratórios de informática no segundo piso. O percurso é longo, do com rampas pelo caminho e a necessidade de atravessar pelo interior da recepção da instituição, até que chegue ao destino como mostra o apêndice 1.

Embasados pela norma NBR 9050, que regulamenta a construção de edificações e as adaptações de espaços públicos e visando o bem estar dos portadores de deficiência física, a proposta seria o desenvolvimento de uma plataforma de percurso vertical, projeto de fácil execução e utilizando materiais encontrados nas lojas de ferragens da região e que pode ser produzido internamente por alunos, incentivando o aprendizado e enriquecendo seus conhecimentos nos processos produtivos. Seria instalada ao lado da escada de acesso a secretaria, resultando numa redução significativa no trajeto dos cadeirantes até os laboratórios de informática.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

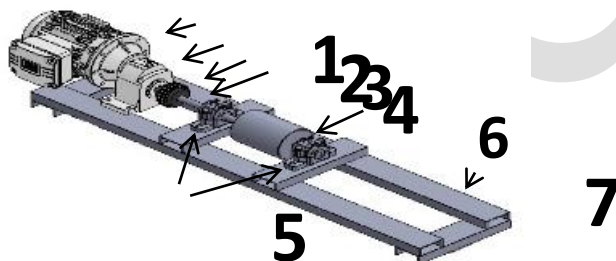
Os materiais e os métodos utilizados nesta proposta de desenvolvimento do elevador foram determinados baseando-se nos estudos dos parâmetros antropométricos da norma NBR9050. O projeto deste equipamento foi desenvolvido por um acadêmico da faculdade SENAI de Londrina, onde podem ser encontrados os cálculos e as diretrizes. Vale salientar que serão empregados vários processos de fabricação como usinagem de eixos, polias e pinos e a utilização de solda MIG na montagem

de toda estrutura, assim como a preparação e instalação da parte elétrica, serão utilizados também vários elementos de máquina como motores, redutores, mancais, acoplamentos que formarão o conjunto completo do equipamento e que serão descritos a seguir com base em subconjuntos. O seu desenvolvimento dentro da própria instituição trará benefícios para o aprendizado acadêmico assim como resultaria num baixo investimento já que equipamentos similares fabricados comercialmente teriam um custo elevado.

4.1 Conjunto de tração

Sua função será de tracionar o cabo de aço, fazendo com que a cabine se movimente, todo este conjunto fica posicionado na parte superior do equipamento, que será unido as colunas de sustentação utilizando solda MIG. A figura 8 exemplifica o conjunto completo.

Figura 8: Conjunto de tração



- 1 - MOTOR
- 2 - REDUTOR
- 3 - ACOPLAMENTO
- 4 - EIXO PRINCIPAL
- 5 - MANCAIS
- 6 - ROTOR ENROLAMENTO DO CABO
- 7 - BASE CONJUNTO DE TRAÇÃO

Fonte: Bigheti (2017)

Será utilizado um redutor (2) do tipo coroa e rosca sem fim, com redução de 1:75 que terá como função reduzir a velocidade do motor elétrico (1) de 1750 RPM para 23 RPM. Na saída do eixo do redutor, será utilizado um elemento denominado acoplamento com inserto de corrente (3), cuja finalidade é transmitir o movimento de rotação entre o eixo do redutor e o eixo principal (4) e corrigir possíveis desalinhamentos. O eixo principal, de Ø 25 mm, será apoiado nas extremidades por dois mancais de rolamentos (5) do tipo bipartido SKF SNL 506-605 com rolamentos 2206K. Neste eixo será montado a estrutura de tração e enrolamento do cabo de aço, sendo um tubo de Ø 150 mm com parede de 6 mm e 200 mm de comprimento, que será unido ao eixo por dois flanges, utilizando solda MIG. Para este conjunto foi preparada uma estrutura (7) utilizando vigas de perfil U de 101.6 mm por 3 mm de espessura, unidas pelo processo de solda MIG. A fixação dos componentes na estrutura será com parafuso sextavado M10 x 30 mm de comprimento com porcas M10.

4.2 Colunas de sustentação

Como mostra a figura 9, as colunas de sustentação serão confeccionadas em perfil U com medidas de 101,6 mm por 3 mm de espessura, montadas utilizando o processo de fixação por solda MIG.

Figura 9: Perfil U



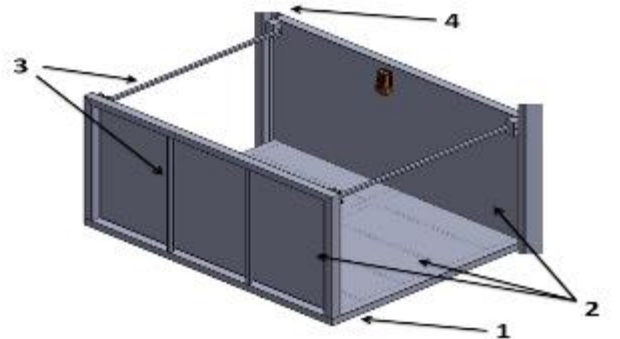
Fonte: Adaptado Metafer (2017)

Estas colunas ficam posicionadas na lateral do equipamento que além de dar sustentação, outra finalidade é servir de guia para as roldanas da cabine de transporte.

4.3 Cabine de transporte

A cabine será montada por processo de solda MIG, utilizando tubos quadrados de 50 mm nas extremidades e de 25 mm como reforço no centro. Na figura 10, representa a cabine de transporte.

Figura 10: Cabine de transporte



- 1- Tubo quadrado 50mm parede 3 mm
- 2- Chapa piso de alumínio 3 mm esp.
- 3- Tubo quadrado 25 mm parede 3 mm
- 4- Roldanas de nylon com rolamentos 2206K (4X)

Fonte: Bighetti (2017)

As medidas da cabine são de 1,2 m x 1,5 m x 0,90 m de altura, conforme módulo de referência dos parâmetros antropométricos, onde o cadeirante possa dar um giro de 180°. Para guiar a cabine na coluna durante a movimentação, será utilizado 4 roldanas de nylon com rolamento e fixado com um eixo de Ø 25 mm. O piso será de chapa lavrada xadrez de alumínio Antiderrapante de 3 mm de espessura, é um material muito utilizado em locais que exijam segurança, como escadas, rampas, bases para máquinas, pisos de ônibus e na indústria de construção (decorativo). Além disso, a chapa xadrez é muito leve e resistente tanto a impactos quanto a corrosão.

4.4 Comando elétrico

O comando elétrico é relativamente simples, utiliza-se contadores, pelo motivo de existir um sistema de reversão do motor, utiliza também um disjuntor motor, fusíveis para proteção do comando elétrico, a botoeira para subir e descer e um botão de emergência que interrompe o equipamento em qualquer ponto quando acionado. A tabela 3 apresenta a lista de materiais que compõem o circuito elétrico.

Tabela 3: Lista de materiais do circuito elétrico

Materiais	Qtde	Utilização
- Contator	2	- Controle de cargas do circuito
- Disjuntor motor	1	- Partida e proteção do motor elétrico
- Fusíveis	2	- Proteção do comando elétrico
- Botoeira liga/desliga e emergência	1	- Acionamento e interrupção do equipamento
- Micros <i>switch</i> fim de curso	4	- Limitar pontos de parada na subida e descida e proteção das portas

Fonte: Autor

Para interromper a subida e a descida utilizam dois micros fim de curso, e um micro de segurança nas portas onde o equipamento só entra em funcionamento quando a porta estiver fechada a fim de evitar acidentes.

5 RESULTADOS

5.1 Percurso

Analisando os Apêndices 1 e 2, nota-se que a redução no trajeto é significativa principalmente partindo do estacionamento interno onde obteve-se um melhor resultado, facilitando assim a acessibilidade e não havendo a necessidade de passar por rampas e atravessar pelo interior da recepção da instituição. A tabela 4 apresenta a redução aproximada em metros.

Tabela 4: Trajetos

Local de partida	Trajeta atual (m)	Trajeta proposto (m)
Estacionamento portaria	99	95
Estacionamento Interno	191	45

Fonte: Autor

Ficando também evidente a praticidade do acesso à secretaria da instituição e a demais locais no segundo piso.

5.2 Conjunto de tração

Utilizando elementos de uso comum na indústria, obtém-se um sistema simples, funcional e de fácil manutenção, o eixo principal apoiado por dois mancais nas extremidades, oferece uma boa resistência suportando as forças exercidas no deslocamento da cabine de transporte. Contando também com a utilização de um acoplamento que irá corrigir qualquer desalinhamento entre o eixo principal e o eixo de saída do redutor, garantindo uma boa estabilidade no funcionamento e durabilidade nas peças do equipamento. A base de apoio deste conjunto que será construído com perfil U e unido por solda, oferece uma boa resistência a esforços e vibrações decorrentes do seu funcionamento. A tabela 5 apresenta o custo aproximado dos componentes que compõem o conjunto de tração.

Tabela 5: Custo dos componentes do conjunto de tração

Descrição	Qtde	R\$
- Motor	1 pç	580,00
- Redutor	1 pç	720,00
- Acoplamento	1 pç	95,00
- Eixo Principal	1 pç	13,50
- Mancais	2 pç	380,00
- Rotor de enrolamento do cabo	1 pç	40,00
- Base conjunto de tração	1 pç	47,60

Fonte: Autor

O custo médio com matéria prima para o conjunto de tração totaliza R\$ 1.876,10.

5.3 Colunas de sustentação

Duas razões foram decisivas na opção de escolha do perfil U utilizado nas colunas. Primeira seria a sua elevada resistência a torções e a esforços no sentido longitudinal, ocasionado pelo acionamento de subida e descida da cabine. Segunda razão seria o seu uso como guia das roldanas de apoio e direcionamento da cabine. A tabela 6 apresenta o custo aproximado da matéria prima das colunas de sustentação

Tabela 6: Custo de matéria prima das colunas de sustentação

Descrição	Qtde	R\$
- Colunas de sustentação	2 pçs	140,00

Fonte: Autor

As vigas de perfil “U” que compõem as colunas de sustentação teriam um custo de R\$ 140,00.

5.4 Cabine de transporte

Componente que será ocupado pelo indivíduo transportado, sua estrutura foi desenvolvida utilizando tubos quadrados unidos por solda, oferecendo boa resistência ao peso da pessoa mais a cadeira de rodas. Revestidas com chapas piso de alumínio antiderrapante, proporcionam uma maior segurança aos indivíduos, além de ser leve e resistente a corrosão. Comando de liga desliga posicionado ao alcance, facilitam o seu manuseio, como também as barras de fechamento da cabine que além de serem de fácil manuseio, possui micros de segurança que não permite o funcionamento do equipamento se não estiverem devidamente fechadas. A tabela 7 mostra o custo aproximado com a matéria prima utilizada na confecção da cabine de transportes.

Tabela 7: Custo da matéria prima da cabine de transportes

Descrição	Qtde	R\$
- Tubo quadrado 50x50x3 mm	15,8 metros	342,33
- Chapa piso alum. 2mx1mx3mm	3 pçs	1095,00
- Tubo quadrado 25x25x3mm	10 metros	116,60
- Roldanas nylon c/ rolamentos 2206K	4 pçs	102,00

Fonte: Autor

Toda estrutura da cabine de transporte apresentam um custo de matéria prima de R\$ 1.655,93.

5.5 Comando elétrico

É um equipamento com acionamento totalmente elétrico, onde os comandos são de fácil identificação e estão ao alcance dos usuários. Contatores que permitem a inversão da rotação do motor, além de disjuntores e fusíveis. O micro de fim de curso tem função de parar o equipamento nos pontos de partida e parada e também proteção nas barras das portas, se houver uma interrupção de energia elétrica durante a movimentação, o equipamento permanece parado mesmo no retorno da energia, necessitando

novo acionamento para deslocar-se novamente. A tabela 8 apresenta os custos aproximados dos componentes do painel elétrico. O custo com os componentes elétricos totalizam R\$ 810,00.

Tabela 8: Custo dos componentes do circuito elétrico

Materiais	Qtde	R\$
- Contator	2 pçs	220,00
- Disjuntor motor	1 pç	230,00
- Fusíveis	2 pçs	35,00
- Botoeira liga/desliga e emergência	1 pç	75,00
- Micros <i>switch</i> fim de curso	4 pçs	250,00

Fonte: Adaptado loja elétrica (2017)

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Somando os custos aproximados com a matéria prima dos subconjuntos obtém-se um total de R\$ 4.482,03, acrescentando ainda os custos com materiais secundários, como parafusos, consumíveis de solda, cabos e fiações elétricas, em torno de R\$ 1.000,00 resulta-se num custo total aproximado de materiais de R\$ 5.482,03. Não havendo custos de mão de obra, pois o equipamento será confeccionado nas oficinas da instituição por alunos durante as respectivas disciplinas regulamentares.

Conforme pesquisa de preços de equipamentos similares disponíveis no mercado, chegamos a valores em torno de R\$12.000,00 a R\$ 16.000,00, dependendo do tamanho e do curso de elevação.

7 CONCLUSÃO

Como resultado dos estudos conclui-se que com o desenvolvimento desta proposta, é possível melhorar a acessibilidade na Faculdade SENAI Londrina, reduzindo o percurso de acesso aos laboratórios e eliminando rampas pelo caminho tornando o ambiente de ensino saudável e confortável, contribuindo para a universalização do ensino.

Na montagem dos subconjuntos será aplicada varias técnicas e processos de fabricação estudados nas disciplinas de ensino, foi observado

também à utilização de elementos de máquinas facilmente encontrados no mercado e da importância do desenvolvimento, teste e funcionamento deste equipamento para o enriquecimento do aprendizado do aluno em ambiente fabril. É possível verificar também que o aluno pode ganhar conhecimento aplicando na prática conteúdos obtidos durante o curso na idealização e desenvolvimento de um projeto como este.

Conclui-se ainda que a proposta seja viável, pois seu custo ficaria em torno de 40% de um equipamento similar encontrado no mercado, e será possível avaliar o ótimo resultado obtido verificando que atende a expectativa e os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS

ACETI, Débora Cristina Siqueira. O amparo legal aos portadores de necessidades especiais. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, v. 1, n. 1, p. 207-215, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/> Acesso em: 5 nov. 2016.

BASIL, C. Os alunos com paralisia cerebral e outras alterações motoras. In: COLL, C.;

PALACIOS, J.; MACHESI, A. **Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004. p.215-233.

BIGHETTI Rafael; **Projeto de um elevador para acesso dos portadores de mobilidade reduzida aos laboratórios de informática 2017**

BRAGA, Germano Fontes; DE ALMEIDA, Márcio Tadeu: **Movimentos relativos, internos ao rolamento de esferas**. 2009

BRASIL. Decreto lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 ago. 2009. Seção 1, p. 3.

BUDYNAS, Richard G. Elementos de máquinas de Shigley; **Projeto de engenharia mecânica** 2011 8. Ed. – Porto Alegre 1084 p.

COMPONENTES ELÉTRICOS. Disponível em: <http://WWW.lojaelétrica.com.br>. Acesso em 24/06/2017.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm/ acesso em: 01/05/17

CORRÊA, Marcus Vinicius Dalla Stella. **Sistema Automático para Corte de Cabos de Aço**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DA COSTA, Marisa Fernanda Leão; DE SOUZA, Christianne Thatiana Ramos; **Acessibilidade e inclusão de cadeirantes na Universidade Federal do Pará**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 9, n. 2, 2014.

DE CAMPOS GRIGOLETTI, Gladimir; **Projeto de estruturas de aço**, 2014.

ELEVADORES PARA DEFICIENTES. Disponível em: <http://www.agoraelevadores.com.br>. Acesso em 24/06/2017.

FEIJÓ, A. R. A. O direito constitucional da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. Rev. da ENA, n. 1, jan. 2008. Disponível em: <<http://www.docstoc.com/docs/21959008/O-DIREITO-CONSTITUCIONAL-DA-CESSIBILIDADE-DAS-PESSOAS-PORTADORAS-DE>>. Acesso em: 5 nov. 2016.

GEARY, Don; MILLER, Rex. **Soldagem**. Tradução Carlos Lange Bassani, Irionson Antonio Bassani. 2ª ed. – Porto Alegre:Bookman, 2013

GENEROSO, Daniel João; **Elementos de Máquinas**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campos de Araranguá, 2009.

GUERREIRO, Elaine Maria Bessa Rebello; **A acessibilidade e a educação: um direito constitucional como base para um direito social da pessoa com deficiência**. Revista Educação Especial, v. 25, n. 43, p. 217-232, 2012.

MARQUES, P. V. **Soldagem; fundamentos e tecnologia**/Paulo Villani Marques, Paulo José Modenesi, Alexandre Queiroz–3ª edição atualizada. Belo Horizonte: Editora, 2009.

MELCONIAN, Sakis ; **Elementos de Máquinas** 10. ed. rev. – São Paulo: Érica, 2012.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES, Paulo Villani. **Soldagem I: Introdução aos Processos de Soldagem**. Belo Horizonte, 2000.

MÜLLER, Arian *et al*; **Cortina Elétrica com Controle Remoto**, 2007.

PERFIL U DOBRADO. Disponível em: <http://www.acosmetafer.com.br/perfil>. Acesso em 16/05/2017.

RIBEIRO, Osni Moura; **Contabilidade de custos fácil** / 8. Ed. ampliada e atualizada – São Paulo: Saraiva 2013.

SCHIER, Carlos Ubiratan da Costa; **Gestão de custos** / Curitiba: Ibpex, 2016.

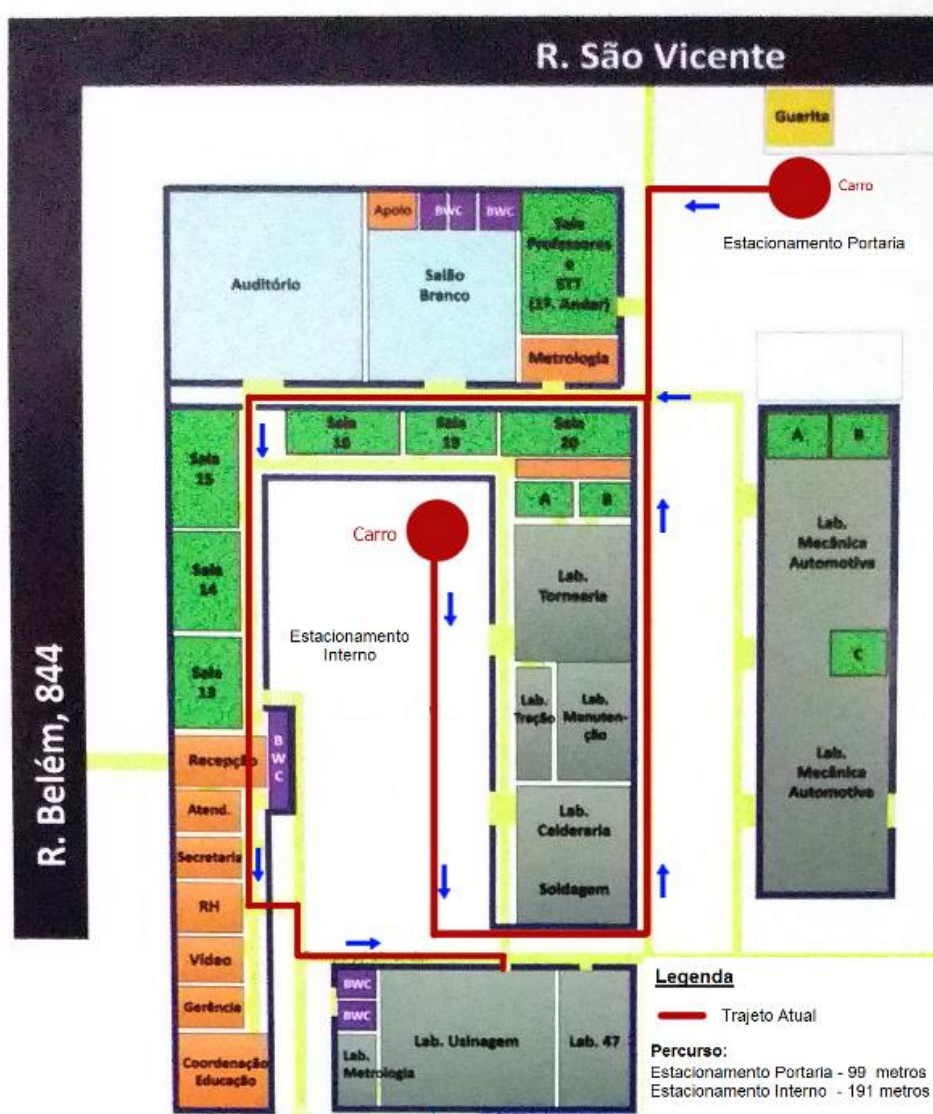
SCOTTI, Américo; PONOMAREV, Vladimir. **Soldagem MIG/MAG: melhor entendimento, melhor desempenho**. Artliber, 2008.

SILVA, Edelaine Medeiros de Sousa; **Acessibilidade física das bibliotecas públicas de Goiânia**. 2014.

SOUZA, Valéria Carrijo Tasso; **Um estudo sobre o enfrentamento de pessoas com deficiências físicas e mentais no mundo do trabalho**. 2003.

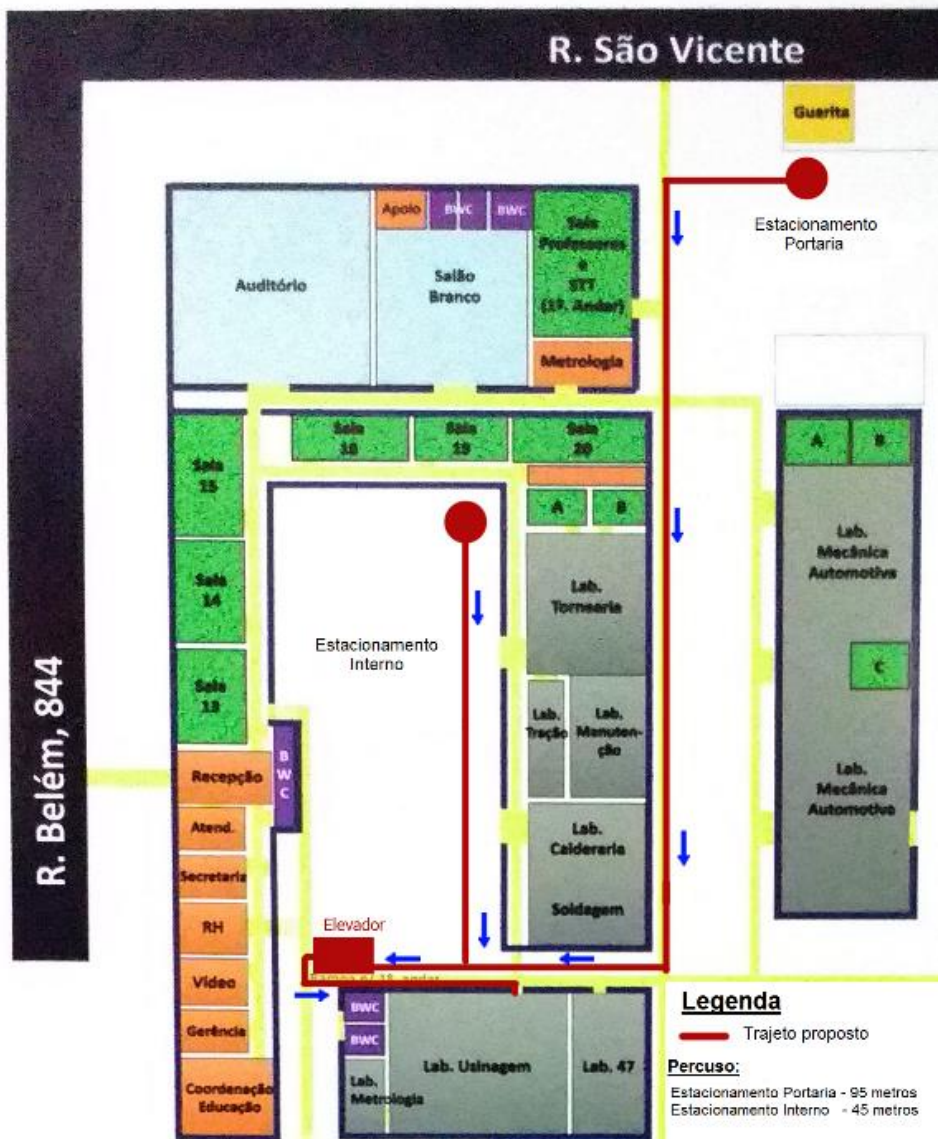
WAINER, Emílio; BRANDI, Sérgio D.; MELLO, Fábio DH. **Soldagem: processos e metalurgia**. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1992.

Apêndice 1: Situação atual



Fonte: Adaptado SENAI

Apêndice 2: Trajeto da proposta



Fonte: Adaptado SENAI

CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DE CORROSÃO ATRAVES DE TESTE DE NEVOA SALINA NA REGIÃO DE CORTE DE PEÇAS ESTAMPADAS

CLEBER NOVAIS RODRIGUES¹
SAULO AGUIAR SAES²
RODOLFO ALEXANDRE HILDEBRANDT³
HÉLIO KIUJI KAYAMORI⁴

Resumo: Este estudo tem como objetivo avaliar a proteção da tinta nas bordas do material por meio de ensaio em uma câmara de névoa salina (Salt spray), estas câmaras apresentam uma atmosfera com umidade controlada, onde os corpos de prova são expostos a essa atmosfera que simulam ambientes de alta umidade relativa por um determinado período de tempo, retratando resultados que ocorrem nas condições reais de intemperismo (processo de transformação e desgaste das rochas e dos solos, através de processos químicos, físicos e biológicos), sendo que este ambiente acelera o processo de corrosão e reduz a durabilidade dos materiais. Foram avaliados corpos de prova do material aço carbono SAE 1008, confeccionados com chapas do mesmo tamanho e modelo, porém com diferenças de acabamento na região de corte do material, com cantos vivos e cantos arredondados, para posteriormente serem revestidos com a tinta eletrostática a pó e serem submetidos a câmara de névoa salina (Salt spray) conforme norma NBR 8094 e ASTM B117. Antes de serem pintados ambos os modelos foram dirigidos para o processo de tratamento de superfície onde são devidamente retiradas todas as impurezas e receberam a camada de proteção. Os resultados mostraram que existe uma diferença significativa de um processo para o outro, no corpo de prova com cantos vivos, em poucas horas apresentou a corrosão, já o corpo de prova com cantos arredondados houve um elevado tempo antes de ocorrer tal fenômeno.

1 Discente Graduando em Tecnologia em Fabricação Mecânica, Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina; clebernovais83@gmail.com

2 Docente Especialista; Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina; saulo.saes@fiepr.org.br

³ Docente Doutor; Faculdade de Tecnologia do SENAI Londrina; rodolfo.hildebrandt@pr.senai.br

⁴ Engenheiro Eletrecista. Docente da Faculdade de Tecnologia do SENAI de Londrina; helio.kayamori@sistefiepr.org.br

Palavras-chave: Corrosão, Salt Spray, Pintura Eletrostática

Abstract: This study aims to evaluate the protection of the paint at the edges of the material by means of a test in a salt spray chamber, these chambers have an atmosphere with controlled humidity, where the specimens are exposed to this atmosphere that simulate Environments of high relative humidity for a certain period of time, portraying results that occur in the real conditions of weathering (process of transformation and wear of rocks and soils, through chemical, physical and biological processes), and this environment accelerates the process Corrosion and reduces the durability of materials. Samples of the SAE 1008 carbon steel material, made with plates of the same size and model, but with finishing differences in the region of cut of the material, with live corners and rounded corners, were evaluated to be coated with the electrostatic powder coating And to be submitted to a salt spray chamber according to NBR 8094 and ASTM B117. Before being painted both models were directed to the surface treatment process where all the impurities were properly removed and received the protection layer. The results showed that there was a significant difference from one process to the other, in the corpus of tests with live corners, in a few hours presented the corrosion, and the body of evidence with rounded corners there was a high time before that phenomenon occurred.

Keywords: Key-words: Corrosion. Salt Spray. Electrostatic Painting

1. INTRODUÇÃO

Os processos de pintura de materiais metálicos vêm sendo usados a milhares de anos com um crescimento intenso com o passar do tempo. A partir do século XIX aumentou-se o emprego da proteção dos metais devido à necessidade de recobrimento de máquinas e equipamentos desenvolvidos na revolução industrial.

Um dos principais objetivos da pintura é depositar uma camada protetora na superfície de um material, sendo ele metálico ou não, evitando a corrosão e consequentemente promovendo a segurança e a decoração da peça.

É importante ressaltar, que a pintura não é o único método de cobertura de superfície dos materiais metálicos, entre eles pode-se encontrar a zincagem, galvanização e a cromagem.

Segundo Gentil (2007) a corrosão pode ser definida como a deterioração de um material, normalmente metálico, por ações químicas ou eletroquímicas existentes no meio ambiente com ajuda ou não de esforços mecânicos. A corrosão é um processo que está sempre em transformação comprometendo a durabilidade e desempenho dos materiais metálicos e diminuindo a sua vida útil.

Na camada de contaminantes da superfície do material observa-se geralmente resíduos de óleos minerais e outros produtos, pode-se também encontrar corpos estranhos como limalha de ferro, cavacos e resíduos de plástico ou madeira que são encontrados nas embalagens do material. “Sem uma boa preparação da superfície antes da pintura, a aderência da tinta será mínima ou nenhuma, resíduos de óleos, detergentes, sabões, poeiras e defeitos físicos na superfície, etc., influem na má aderência da pintura”. (SILVA, 2009)

Visando questões, que envolvem fenômenos de corrosão, neste trabalho é de grande interesse fazer uma análise em uma metalúrgica na região de Londrina sobre o comportamento de dois corpos de prova avaliando a proteção da tinta nas bordas do material, problema identificados em campo em um de seus produtos durante instalação final, onde o produto tem uma grande exposição a produtos químicos, como produtos de limpeza, sal, água entre outros, fazendo com que ocorra a precipitação da corrosão.

Para execução dessa análise será realizado o teste de nevoa salina nas bordas do material para avaliar a proteção da tinta nessas superfícies. Após o processo de rebarbação das arestas desses corpos, onde trará os resultados para avaliar a necessidade de rebarbar as peças antes de serem pintadas.

Para essa análise será utilizado uma câmara de nevoa salina, onde será realizado o teste de nevoa salina nas bordas do material, para avaliar o desempenho da proteção da tinta nessas superfícies.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aço Carbono

Segundo Silva (2006) uma parcela expressiva da fabricação de aços se destina, atualmente, a produtos planos como folhas, tiras ou chapas destinados à conformação mecânica antes da aplicação, um fator importante para a seleção desses aços é sua formabilidade, pois se trata de um aço de baixo teor de carbono, laminado a frio e apresenta um excelente acabamento superficial.

De acordo com Callister (2012) compreendem-se que aços são ligas de ferro-carbono, que contêm concentrações de outros elementos de liga com diferentes composições e tratamentos térmicos, os aços mais comuns são classificados conforme a concentração de carbono, que são inferiores a 1,0%p, esses aços geralmente contêm menos de 0,25%p C, são de baixa dureza e baixa resistência, porém contêm uma ótima ductibilidade e tenacidade que os tornam um material fácil de ser usinado, soldado e com um baixo custo de produção.

2.1.1 Ligas ferrosas

De acordo com Callister (2012) ligas ferrosas são aquelas onde seu principal constituinte é o ferro, essas ligas são produzidas em maior número que qualquer outro metal, e tem um papel importante para os materiais de construção usados na engenharia. Seu vasto modo de utilização é o resultado de três fatores importantes; os compostos contendo ferro existem em grandes quantidades na crosta terrestre; o ferro metálico e as ligas de aço podem ser produzidos utilizando processos de extração, beneficiamento, desenvolvimento de ligas e fabricação relativamente econômica; e são extremamente versáteis podendo ser fabricadas com uma variedade de propriedades físicas e mecânicas. A grande desvantagem das ligas ferrosas é sua susceptibilidade a corrosão.

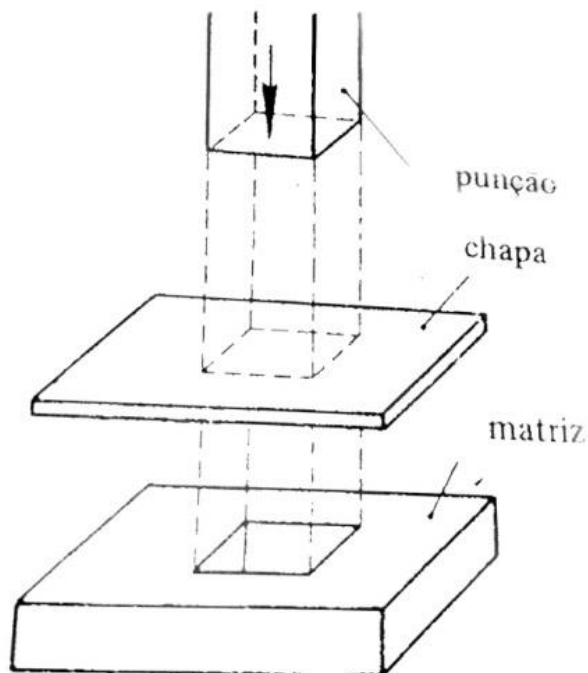
2.1.2 Estampagem

Segundo Polack (2004) entende-se por corte ou puncionamento a perfuração de uma chapa mediante um punção macho que penetra em um orifício de sua mesma forma em uma placa chamada matriz ou alfeça, e que é o único tipo de corte que dá lugar a operações de estampagem por intermédio do punção.

A figura 1 ilustra o sistema de estampagem através processo de puncionamento através da matriz e punção.

De acordo com Brito (2004) o processo mostrado na figura 1, é muito utilizado pelas empresas devido ao seu baixo custo por unidade e semelhança quando se trata de produção em série, a maioria das firmas atualizadas procura desenvolver ao máximo a estamparia, automatizando e simplificando tudo com estudos, planejamentos e projetos obtendo com isto os melhores resultados, chegando mesmo a adquirir precisão.

Figura 1 – Processo de puncionamento matriz e punção



Fonte: Brito (2004)

2.1.3 Rebarbas geradas pelo processo de Estampagem

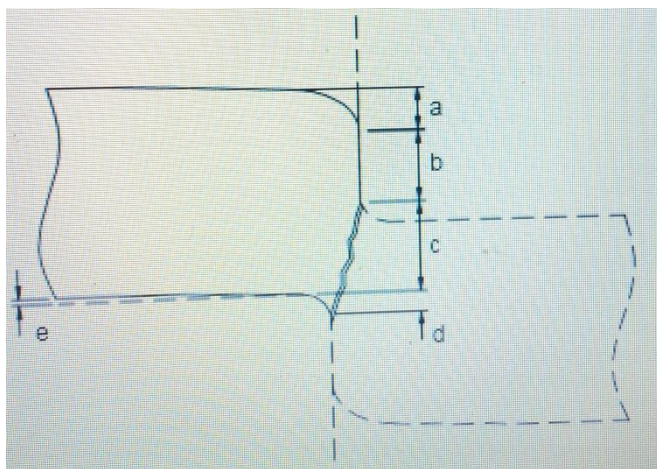
Segundo Souza (2001) uma peça cisalhada com o método de corte convencional proporciona particularidades próprias acarretadas da natureza como as tensões se disseminam nas chapas, essas particularidades definem qualitativamente o processo no que diz respeito à decorrência do corte.

Na figura 2 pode observar as partes principais de uma peça cisalhada, processo onde se inicia a rebarba.

De acordo com a figura 2, cada letra representa um processo que o material sofre antes de ser cisalhado; a) zona de arredondamento; b) zona cisalhada; c) zona fraturada; d) rebarba e) empenamento.

Isso é o que ocorre com o material quando ele é submetido ao processo de cisalhamento, estampagem, puncionamento etc.

Figura 2 – Partes principais de uma peça cisalhada



Fonte: Souza (2001)

2.1.3.1 Processo de rebarbação

Para que se tenha um bom acabamento para a fabricação de peças no processo de usinagem, estampagem, cisalhamento, métodos responsáveis pela geração de tal fenômeno, é necessário a retirada dessas rebarbas em suas arestas.

Operações de rebarbação consistem em retirar as projeções de material além das bordas de uma peça que podem ser geradas pelos processos de estampagem, usinagem ou fundição. A formação de rebarbas ao longo da peça compromete a qualidade da superfície e conseqüentemente reduz a funcionalidade e durabilidade do produto (OLIVEIRA 2011)

O processo de rebarbação tem o objetivo de extrair as rebarbas das arestas de peças e manter a geometria final adentro das tolerâncias dimensionais, ao mesmo tempo dando o acabamento nessa área.

2.2 Pintura

Em geral, os produtos fabricados em aço, alumínio ou até mesmo aços galvanizados pode vir a ser destruídos pela corrosão, para sanar esse o problema uma das soluções adotada é o processo de pintura desses materiais,

onde sua finalidade seria não apenas dar uma aparência estética ou mais agradável ao material, mas também diminuir a rugosidade de superfície, aplicando um revestimento protetor, criando uma barreira entre o metal e o meio corrosivo evitando exposição com o meio ambiente, água e produtos químicos. Define-se o processo de pintura como a aplicação de um revestimento ou película protetora que é depositada sobre o material para que o proteja do fenômeno da corrosão.

Os metais apresentam uma condição termodinâmica instável e tendem a mudar para uma condição estável pela formação de óxidos, hidróxidos, sais etc. Dessa maneira, a corrosão é um processo natural, indesejável. Para combater, ou melhor, atenuar essa tendência termodinâmica dos metais, dispõe-se de vários métodos (GENTIL 2007).

Colaborando com o tema Nunes (2012) afirma que, o aço é o principal material utilizado pela engenharia na construção de equipamentos e instalações, e que sua pouca resistência à corrosão se faz necessário o uso da pintura industrial, que tornou o principal método de proteção anticorrosiva, definindo como processo de pintura industrial a interposição de uma película, em geral orgânica, entre o meio corrosivo e o material metálico que será protegido.

2.2.1 Tratamento de Superfície

Para que o material receba a pintura, deve ser eliminado todo e qualquer tipo de impurezas a que venha existir em sua superfície, de modo que, não interfiram na aplicação e na aderência da tinta, ele deve passar por diversos métodos e técnicas de remoção em sua superfície metálica, esse processo deve anteceder ao da pintura.

A limpeza e a preparação de superfície é, sem dúvida alguma, uma das etapas mais importante para que o revestimento apresente o desempenho esperado. Etapa visa, basicamente, remover os contaminantes da superfície (carepa de laminação, produtos de corrosão, sais, óleos, graxas, tintas velhas e etc.) criar condições que proporciona aderência satisfatória aos revestimentos (GENTIL 2007).

Segundo Oliveira (2012) uma superfície bem limpa, deve encontrar-se livre de quaisquer tipos de impurezas como ferrugem, graxas, sujidade e umidade para que possa oferecer uma excelente base necessária para uma boa proteção por recobrimento, pois uma superfície preparada para determinado acabamento pode não ser adequada a outro tipo de recobrimento.

Apesar dos grandes benefícios que os metais proporcionam ao ser humano e à indústria, eles estão sujeitos a corrosão. Para solucionar esse problema é preciso aperfeiçoar os meios de combate à corrosão. Esses meios consistem, principalmente, de procedimentos relacionados ao tratamento das superfícies de metais.

2.2.2 Tipos de Impurezas

De acordo com Gentil (2007), impurezas são substâncias encontradas na superfície, que interferem no processamento e desempenho da proteção visada, de tal modo, vindo a provocar falhas comuns como o empolamento da pintura, corrosão do substrato, perda de aderência do revestimento, e até mesmo o aparecimento de defeitos mais grave como, por exemplo, crateras e porosidades.

Segundo Oliveira (2012) os tipos de impurezas encontradas nas superfícies de chapas metálicas são;

Impurezas oleosas: São os óleos minerais, óleos graxos, óleo de laminação, de estampagem, de repuxamento de trefilação e óleos protetores contra a corrosão. A maior dificuldade está em sua remoção, pois, quanto mais viscosos forem os óleos minerais, mais difícil será sua remoção; os óleos graxos são os mais fáceis de remover.

Impurezas Semi-sólidas: São parafinas, as graxas, as ceras, os sabões e protetivos anticorrosivos comuns, não apresentam grandes dificuldades de remoção quando executadas por desengraxamento alcalino a quente e por processos de jateamento.

Impurezas sólidas: são impurezas resultantes de tratamentos térmicos; a camada de óxido formada é difícil de ser removida.

Óxidos e produtos de corrosão: São impurezas resultantes de tratamentos térmicos; a camada de óxido formada é difícil de ser removida.

Impurezas essas oriundas dos processos de fabricação do material, tratamentos térmicos, óleos protetivos, entre outros.

2.2.3 Meios de Remoção

Existem determinados procedimentos de remoção de impurezas metálicas, esses elementos de remoção aparecem após serem identificados os tipos de impurezas existentes na superfície metálica, é imprescindível encontrar os apropriados para removê-los; os procedimentos mais utilizados

são: detergência, solubilização, ação química, ação mecânica. (OLIVEIRA 2012).

a) Detergência – onde sua finalidade é remover filmes e sujeira aderida à superfície metálica sem que existam reações diretas com o metal. Para formação de emulsões e solubilização, utiliza-se uma solução de limpeza alcalina que desengraxa a superfície, muitas vezes auxiliada por ação mecânica, por ar comprimido ou jateamento e/ou por circulação de bomba.

b) Solubilização – quando existem óleos de natureza simples ou graxos com baixo grau de contaminação, é possível utilizar solventes para a sua remoção que normalmente são hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos, hidrocarbonetos clorados por cetonas, álcoois e fenóis.

c) Ação química – no processo de decapagem, o objetivo é a utilização da ação destrutiva de certas substâncias de natureza ácida ou de natureza alcalina.

d) Decapagem ácida – o objetivo é remover carepas de laminação, óxido ou outros compostos produzidos pela corrosão, porém, é preciso cuidado com a ativação química da superfície ou a possível fragilização por hidrogênio.

Esses procedimentos de remoção são feitos através de banhos em cabine de pré-tratamento de superfície.

2.2.4 Pintura eletrostática

Segundo Gentil (2007) o processo de pintura eletrostática consiste na aplicação de cargas elétricas na tinta e na superfície a ser protegida, criando uma diferença de potencial da ordem de 100 000 volts provocando a atração da tinta pela superfície, dando origem a uma película de tinta uniforme em termos de propriedades e espessura, são curadas pela ação do calor e ausência de solventes tornando películas de baixa porosidade.

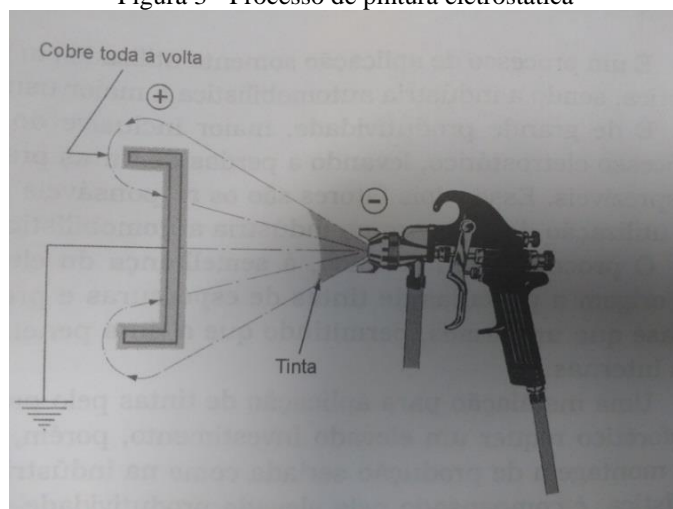
As partículas maiores, por se eletrizarem com mais eficiência que as menores, depositam-se mais rapidamente na superfície a ser revestida. O leque formado na pulverização de tinta a pó que tem a função de espalhar a quantidade de tinta e direcioná-la ao ponto alvo a ser pintado, tende a se enriquecer em partículas finas. O leque de tinta formado por partícula esférica aceita mais rapidamente a carga elétrica do que as com forma irregular (RANSBURG, 1998 apud BASTOS, 2008).

Neste processo de pintura a pistola é ligada ao polo de um gerador e a peça a ser pintada no polo contrário, dentre a peça e a pistola se constitui uma ampla diferença de potencial que energiza a tinta aspergida. A carga elétrica

da tinta é oposta à da peça, por isso, a tinta é atraída pela peça, esse método proporciona vantagens como uma película uniforme, além de promover uma grande produtividade e uma grande economia de tinta. (BASTOS 2008).

Para entender melhor o objetivo da ação a figura 3 ilustra como é o processo de pintura eletrostática.

Figura 3 - Processo de pintura eletrostática



Fonte: Nunes (2012)

Conforme figura 3, o objetivo deste método é de provocar o mecanismo de atração, uma vez que as partículas de são carregadas com cargas negativas onde serão aplicadas nas peças aterradas que permanecem com cargas positivas, de tal modo que ocorre a atração eletrostática.

2.3 Corrosão

Para melhor entender o fenômeno da corrosão, é preciso compreender de que maneira ela acontece, em várias literaturas ela é definida como degradação de um material metálico, seja por um processo químico eletroquímico ou até mesmo meio ambiente, e acontecem com todos os metais ligas de diferentes graus, mas da mesma natureza, tornando seu uso inadequado.

Num aspecto muito difundido e aceito universalmente pode se definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química eletroquímica do ambiente associada ou não a esforços mecânicos. A

deterioração causada pela interação físico-química entre o material e seu meio operacional representa alterações prejudiciais indesejáveis, sofrida pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para o uso (GENTIL 2007)

Segundo Ramanathan (1988) corrosão é a reação do metal com elementos do seu meio, onde o metal é convertido para um estado não metálico, onde ocorre a perda de suas qualidades essenciais, tais como, resistência mecânica, elasticidade, ductibilidade e o produto da corrosão formado são carentes dessas propriedades. Ainda afirma que, a reação de corrosão nem sempre necessita de ser a dissolução do metal, pode também ser a formação de óxido ou hidróxido, qual destas duas reações de corrosão ocorrerá, depende do metal e PH da solução aquosa.

Contribuindo com o assunto Dutra (1987) o surgimento da pilha de corrosão é o efeito da diferença de potenciais de eletrodos em dois pontos na superfície do metal em contato com o eletrólito, denominando de pilha ou célula eletroquímica.

Conforme Dutra (1987) para evitar processo de corrosão é preciso entender quais os seus tipos e como pode acontecer esse fenômeno:

- **Corrosão Atmosférica:** Relacionado a processos de estruturas aéreas, o grau de intensidade está ligado com a umidade relativa do ar mais os teores de sais e do teor de gases poluentes na atmosfera em especial o gás de enxofre. A corrosividade é influenciada por outros fatores como chuva, partículas sólidas em suspensão e ventos.
- **Corrosão pela Água:** Notado em estruturas em contato com meios aquosos, como estacas de píer, tubulações submersas, embarcações, instalações de água de refrigeração, instalações de geração de vapor e instalações de tratamento e distribuição de água. Nas estruturas submersas em água doce as taxas de corrosão dependem da quantidade de sais, ácidos ou bases dissolvidas. As estruturas submersas em água salgada estão sujeitas a amplas taxas de corrosão, que poderão ainda ser aumentadas pela presença de poluentes. Diferentes fatores como velocidade e temperatura, bactérias, aeração são atuantes na corrosividade das águas.

2.4 Teste de Nevoa Salina

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 1983) define-se como ensaio de corrosão por exposição a nevoa salina o material

metálico revestido ou não revestido, onde o material é exposto a um ambiente corrosivo controlado e desenvolvido para avaliar a evolução e desempenho dos revestimentos.

2.4.1 Equipamento

O equipamento requerido para exposição à nebulização salina consiste de uma câmara de nevoa, um reservatório de solução salina, um suprimento de ar comprimido devidamente condicionado, um ou mais bicos pulverizadores, suporte para corpos de prova, dispositivos para aquecimento da câmara e meios de controle necessários. (ASTM B117).

2.4.2 Solução salina

Conforme a ABNT (1983) a solução aquosa deve conter 5% de cloreto de Sódio (Na Cl), dissolvendo-se de 50 ± 5 g em volume de água, permitindo a obtenção de 1L de solução à temperatura ambiente, o sal empregado precisa ter teores de níquel e cobre individualmente inferiores a 0,001% e não conter mais do que 0,3 % de impurezas totais, o Cloreto contendo agentes anti-aglutinantes não deverão ser usados, pois tais agentes poderão agir como inibidores de corrosão. Após a pulverização em temperatura de 35° C o pH da solução da solução deve apresentar na faixa 6,5 a 7,2 determinado a (25 ± 2) °C. A água a ser empregada para o preparo da solução salina deve ser destilada ou desmineralizada, carecendo de ser filtrada para que não haja a obstrução dos bicos de pulverização.

2.4.3 Corpos de Prova

Os corpos de prova metálicos ou com revestimentos metálicos devem ser limpos adequadamente. O número de corpos de prova em cada avaliação não deve ser inferior a três, o número de corpos de prova de controle deve ser no mínimo um ABNT (1983).

2.4.4 Disposição dos corpos-de-prova

Segundo ABNT (1983) os corpos de prova devem ser colocados somente na câmara de ensaio, onde o meio corrosivo satisfaça a todos os parâmetros especificados para as condições da câmara obedecendo aos seguintes requisitos:

Os corpos de prova planos devem ser colocados em ângulo de 15° a 30° com a vertical, desde que não haja especificações em contrário.

- a) Os corpos de prova não devem entrar em contatos entre si, nem com qualquer outro material, metálico ou não, capaz de modificar as condições da corrosão do corpo de prova
- b) Cada corpo de prova deve ser colocado na câmara de forma a permitir o livre acesso da nevoa a todos os outros ensaios
- c) A solução de ensaio escorrida de um corpo de prova não deve gotejar sobre os outros
- d) A área de contato entre o corpo de prova e seu suporte deve ser a menor possível

2.4.5 Temperatura

Em relação à temperatura a norma ABNT (1983) diz que a câmara de ensaio precisa permanecer entre $35 \pm 2^\circ \text{C}$ e que devem ser analisadas com constância para que toda a oscilação seja observada.

2.4.6 Quantidade e distribuição da Nevoa

Segundo ABNT (1983) a quantidade da solução a ser pulverizada no interior em uma área de coleta aproximadamente 80 cm² deve ser recolhido em cada coletor em média de 1 a 2 ml por hora em um período mínimo de 16 horas, e a concentração de cloreto de sódio também recolhido nessa solução deve ser entre 6,5 a 7,2 seu pH.

2.4.7 Duração do ensaio

De acordo com a norma ABNT (1983) a duração do teste é estabelecida e especificada através de combinação entre as partes envolvidas, e que seu início é contabilizado no momento em que as condições operacionais sejam atendidas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para efetuar este estudo foram preparados seis corpos de prova de aço SAE 1008 com espessura de 1,9 mm e dimensões de 100x200 mm, para cada estudo de corrosão por exposição de nevoa salina.

A figura 4 ilustra o primeiro corpo de prova disposto para o teste, com os cantos vivos e sem o processo de arredondamento.

Figura 4 – Corpo de prova cantos vivos

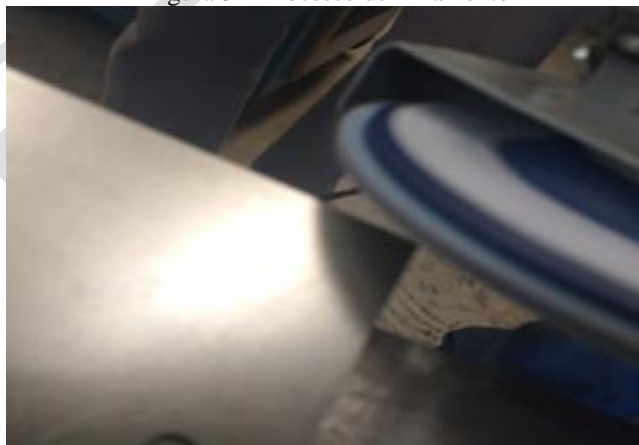


Fonte: Próprio Autor

Esse é o processo adotado pela empresa nos dias atuais, antes de serem enviados para o setor de pintura, sem sofrer qualquer tipo de acabamento.

Logo o segundo corpo de prova foi submetido ao processo de lixamento, sendo feito o arredondamento das bordas e quebra de cantos vivos. Conforme mostra a figura 5.

Figura 5 – Processo de Lixamento



Fonte: Próprio Autor

Esse processo ocorreu após as peças serem cortadas, foi utilizada uma lixadeira de disco flap para o processo de rebarbação e quebra de cantos vivos. Já a figura 6 mostra o corpo de prova com suas bordas arredondadas e livres de rebarbas.

Figura 6 – Corpos de prova com cantos arredondados



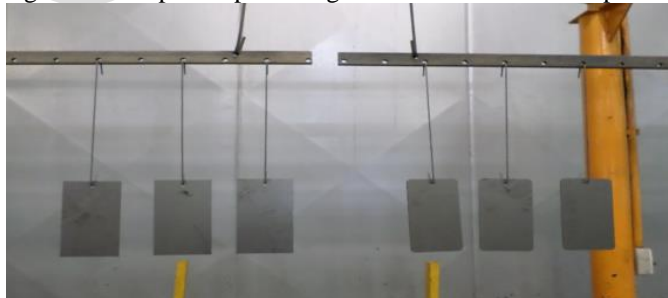
Fonte: Próprio Autor

De acordo com a figura 6 o processo de rebarbação se faz necessário para que haja um melhor acabamento no material.

Em seguida o material foi enviado para o setor de pintura, onde foi engancheado em uma corrente transportadora que conduz os corpos de prova para as cabines de lavagem e tratamento de superfície, antes da aplicação de tinta a pó, estas cabines são responsáveis pelo processo de remoção das impurezas, tais, como óleos minerais, óleos protetores contra corrosão, graxas, óxidos gerados pelo processo de laminação.

A figura 7 mostra os corpos de prova engancheado antes de ser pintados e submetidos ao tratamento de superfície dentro das cabines de pintura.

Figura 7 – Corpos de prova engancheado na cabine de pintura



Fonte: Próprio Autor

Logo após o processo de lavagem e pré-tratamento dos corpos de provas ocorre à formação de uma fina película transparente bi cromatizada que tem o desempenho de isolamento e fixação para a camada de tinta a ser sobreposta.

Os corpos de prova receberam devidamente o tratamento de superfície antes de ser aplicada a pintura eletrostática a pó, no processo de tratamento de superfície foi utilizado o desengraxante alcalino, o banho de nanosilano produto utilizado para aderência da tinta no material, posteriormente a aplicação da tinta com uma espessura média de 50 – 80 microns e em seguida foram enviados para o teste de névoa salina.

A tabela 1 descreve as etapas do tratamento de superfície, realizadas nos corpos de prova antes do teste de Salt Spray.

Tabela 1- Etapas processo de tratamento de superfície

Etapas	Processos
1. Desengraxe	Desengraxe com concentração de 2% de tenso ativo, separador de óleo da água.
2. Desengraxe	Desengraxe com concentração de 1% de tenso ativo, separador de óleo da água.
3. Primeiro enxague	Enxague corpo de prova em água normal
4. Segundo enxague	Enxague corpo de prova em água normal
5. Terceiro enxague	Enxague de Água Desmineralizada
6. Nanosilano	Camada de conversão e para recebimento da tinta
7. Enxague	Enxague de Água Desmineralizada
8. Forno de secagem	Temperatura de 170° C
9. Aplicação do revestimento	Tinta Pó Híbrida
10. Estufa de polimerização	Cura da tinta, onde a tinta a pó passa do estado sólido para o líquido em uma temperatura de 220° C

Fonte: Autor

As etapas da tabela 1 são realizadas em todas as peças antes de ser enviados para o processo seguinte, onde ocorre o processo de pintura.

Posteriormente o material é alocado na câmara de nevoa salina onde é acompanhado o tempo de evolução da corrosão, no período de 24 horas. A figura 8 ilustra o modelo de máquina utilizado para os testes de Salt Spray.

Figura 8 – Câmara de Salt Spray

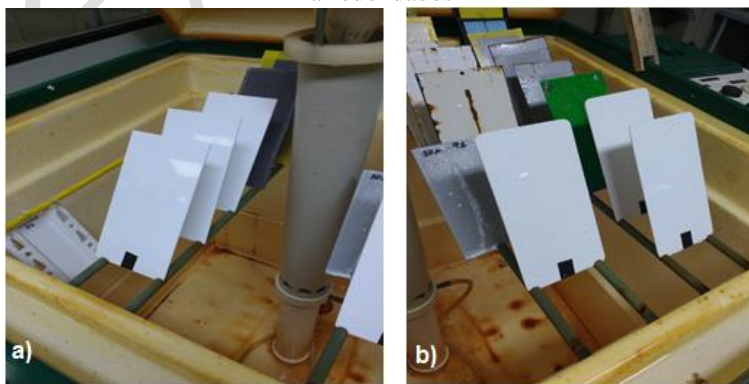


Fonte: Proprio Autor

Essa câmara de Salt Spray atende aos requisitos das normas da ASTM B117, tendo um reservatório de solução salina, suprimento de ar comprimido e bicos pulverizadores, suporte para corpos de prova e dispositivos de aquecimento e métodos de controle necessários para o processo.

Na figura 8 a) apresenta a parte interna da câmara de Salt Spray com o corpo de prova com cantos vivos. Em seguida a figura 8 b) traz o corpo de prova com os cantos arredondados.

Figura 8 a) Corpo de prova com cantos vivos. Figura 8 b) Corpo de prova com cantos arredondados



Fonte: Próprio Autor

A figura 8a refere-se ao corpo de prova de cantos vivos, já a figura 8b trata-se se dos corpos com cantos arredondados. Os corpos foram inseridos na câmara com as mesmas condições e parâmetros utilizados no processo fabril.

Após o aparecimento dos primeiros pontos de corrosão serem identificados, será feita a medição do tempo em que o material ocorreu para tal fenômeno, análise que serão apresentados no próximo capítulo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nos ensaios tomados como testes aceleradores de intempéries, como resistência à névoa salina, houve diferença de tempo entre o corpo de prova com cantos vivos e os de bordas arredondadas. Os corpos de prova que sofreram a intervenção do processo de rebarbação teve um ganho de tempo a exposição de nevoa salina, apresentando bom desempenho da barreira de proteção da tinta nas bordas do material, fazendo com que o aparecimento da corrosão apresentasse tempo superior em relação a peça com cantos vivos.

Para os corpos de prova com cantos vivos obtiveram os resultados de 43,2 horas, tempo equivalente a menos de dois dias, sobre a seguinte condição de uso para realizar o teste de Salt Spray, temperatura da sala variou-se entre 18-28°C, a solução empregada nos testes foi a NaCl 5% com 6,5 a 7,5 o seu ph, em uma temperatura no processo de aproximadamente de 35°C ± 2° C, conforme especificado na norma NBR 8094. Na figura 9 em uma vista aproximada é notória o aparecimento da corrosão em uma de suas arestas.

Figura 9 – Aparecimento da corrosão



Fonte: Próprio Autor

Sem a retirada dos cantos vivos do material a peça com rebarba apresenta pouca proteção da tinta em suas bordas, tornando mais suscetível à corrosão, uma vez que a área de cobertura da tinta tem menos cobrimento devido a fuga da tinta nas arestas cortantes das bordas.

A figura 10 em uma imagem mais ampla destaca toda a peça com pequenos pigmentos de corrosão, apresenta em quase que toda sua extensão.

Figura 10 – Aparecimento da corrosão



Fonte: Próprio Autor

Para os corpos de prova com cantos arredondados obtiveram os resultados de 386 horas, tempo equivalente a dezesseis dias, sobre as mesmas condições de uso que utilizou para realizar o teste no processo anterior.

A figura 11 em uma vista aproximada mostra a peça com suas arestas arredondadas com início da corrosão após 386 horas no Salt spray.

Figura 11 – Peças com início de corrosão após 386 horas no Salt spray

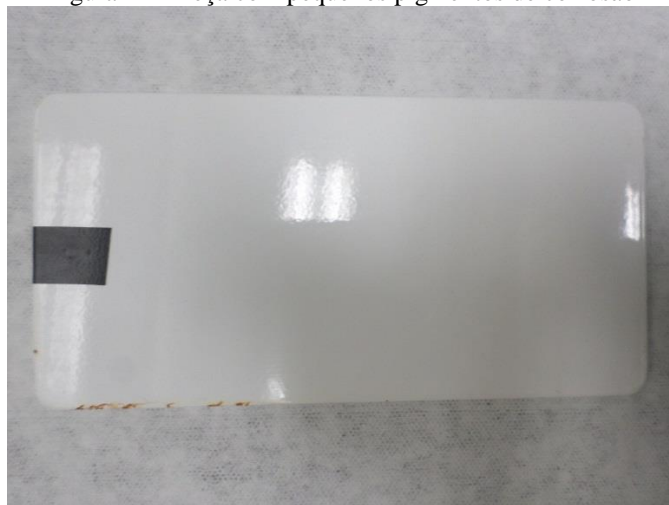


Fonte: Próprio Autor

A corrosão é visível, porem a proteção da tinta nas bordas é maior que na dos cantos vivos, tendo uma área maior para o cobrimento da tinta em toda sua superfície. Mostrando que as peças em que são rebarbadas se tornem menos suscetível ao início do processo de corrosão.

A figura 12 em uma imagem mais ampla destaca toda a peça com pequenos pigmentos de corrosão em sua extensão após 386 horas no teste de Salt Spray.

Figura 12 – Peça com pequenos pigmentos de corrosão



Fonte: Próprio Autor

A figura 12 mostra o corpo de prova com a corrosão pouco acentuada mostrando que o material com o devido acabamento sem aparição de rebarba trazendo maior vida útil ao produto.

A partir das análises dos ensaios de teste de Salt Spray para os dois modelos de corpos de prova, notou-se que os resultados encontrados foram diferentes para as determinadas situações.

A tabela 2 mostra os parâmetros e os resultados obtidos em cada um dos corpos de prova analisado conforme certificado gerado na empresa, nele é possível visualizar detalhes como material utilizado objetivo da avaliação, parâmetros de tinta, normas que regem o processo entre outros.

Tabela 2- Comparativo entre os processos

Descrição das Amostras	Cantos Vivos	Cantos Arredondados
Objetivo do ensaio	Determinação do tempo máximo de resistência a oxidação	Determinação do tempo máximo de resistência a oxidação
Corpo de prova	Chapa de aço carbono laminada a quente 100 x 200 mm	Chapa de aço carbono laminada a quente 100 x 200 mm
Pré-tratamento	Desengraxante alcalino	Desengraxante alcalino
Tratamento de superfície	Nanosilano	
Acabamento no metal	Tinta eletrostática a pó Híbrida	Tinta eletrostática a pó Híbrida
Cor da tinta aplicada	BRP-Branco 2006	BRP-Branco 2006
Polimerização	10 minutos a 180 graus	10 minutos a 180 graus
Concentração	0,3 Abs	0,3 Abs
Espessura média	50 a 80 µm	50 a 80 µm
Normas utilizadas	ABNT NBR 8094 e ASTM B117	ABNT NBR 8094 e ASTM B117
Instruções de trabalho utilizadas	IT.CQ.005	IT.CQ.005
Avaliação	Áreas das bordas a cada 24 horas até o aparecimento de oxidação na superfície	Áreas das bordas a cada 24 horas até o aparecimento de oxidação na superfície
Resultado esperado	500 horas	500 horas
Tempo de ensaio	386,8 horas	43,2 horas

Fonte: Próprio Autor

O resultado esperado em 500 horas baseia-se na garantia que a empresa dá aos seus produtos em inclusão a garantia da superfície coberta pela tinta, esse acordo foi definido entre as partes envolvidas, de acordo com NBR 8094 em relação a duração dos ensaios.

5 CONCLUSÃO

O trabalho comparativo entre os dois tipos de corpo de prova compreende a reprodução dos processos no cenário fabril, os ensaios e

simulações permite uma avaliação fundamentada em normas e procedimentos, a fim de eleger o processo mais adequado, para sua aplicação.

O corpo de prova com cantos vivos apresentava cobertura de tinta suficiente para a proteção por barreira física, porém, no teste de nevoa salina constatou oxidação logo nas primeiras horas do teste, sendo reprovado por não atingir o tempo estimado para garantia das qualidades e proteção do material.

Já o corpo de prova com arredondados e livres de rebarbas, apresentava cobertura de tinta suficiente para a proteção por barreira física, apresentando melhor desempenho comparando-se ao método anterior.

Quando comparado as duas situações, verificamos que o ganho na qualidade de proteção do revestimento para os corpos de prova com cantos arredondados foi de aproximadamente nove vezes a mais ao tempo de exposição no teste de Salt Spray sobre mesma condição, tornando satisfatório para validação do processo.

Com isso se faz necessário o processo de rebarbação nas bordas do material, diminuindo o tempo do aparecimento da corrosão, melhorando o processo de proteção da pintura nas extremidades do local aumentando o tempo de vida útil da peça.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Norma NBR 8094** – Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa Salina. Rio de Janeiro, 1983.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM B 117 3**: Operação de Equipamento de Pulverização (Nebulização) Salina. Filadélfia, 2003.

BASTOS, C.Oliveira. **Estudo comparativo das propriedades dos revestimentos obtidos pela aplicação de tintas líquidas e a pó em peças metálicas em sistemas de pintura eletrostática**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Processos Industriais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Ipt, São Paulo, 2008. Cap. 1. Disponível em: <[http://www.livrosgratis.com.br/busca/Salt Spray/1](http://www.livrosgratis.com.br/busca/Salt%20Spray/1)>. Acesso em: 18 maio 2017.

BRITO, Osmar de. **Técnicas e aplicações dos estampos de corte/** punções, matrizes, espigas de fixação, placas de guia, limitadores, cunhas, estampos fechados, abertos e progressivos. São Paulo: Hemus, 2004. 194p.

CALLISTER JUNIOR, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia de materiais:** uma introdução. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 817 p.

DUTRA, A. C.; NUNES, L. D. P. Proteção Catódica. In: DUTRA, A. C.; NUNES, L. D. P. **Proteção Catódica Técnica de Combate à Corrosão.** 1.º ed. RIO DE JANEIRO: Editora Técnica Ltda, 1987. p. 202.

GENTIL, V. **Corrosão.** 5.º ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007. 360 p.

NUNES, Laerce de Paula; LOBO, Alfredo Carlos O. **Pintura industrial na proteção anticorrosiva.** 4. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 413 p.

OLIVEIRA, A. R. **Corrosão e Tratamento de Superfície** – Belém: IFPA; Santa Maria: UFSM, 2012. 104p.

POLACK, Antônio Valenciano, **Manual prático de estampagem:** breve tratado teórico-prático para os mecânicos e profissionais desta especialidade. São Paulo: Hemus, [2004]. 203 p.

RAMANATHAN, Lalgudi V. **Corrosão e seu controle.** São Paulo: Hemus, s. d.. 339 p.

SILVA, André Luiz V. da Costa e; MEI, Paulo Roberto. **Aços e ligas especiais.** São Paulo: Blucher, 2006. 646 p.

SILVA, Silvio Domingos da; **Pintura Industrial em Pó;** Guaramirim – SC; WEG indústria S.A. - tintas; janeiro de 2009. Disponível em: <http://www.weg.net/files/products/WEG-pintura-industrial-em-po-manualportugues-br.pdf>. Acesso em 5 de setembro de 2011.

SOUZA, João Henrique Correia de. **Estudo do processo de corte de chapa por cisalhamento.** 2001. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Processos Industriais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Ipt, São Paulo, 2008. Cap.

1. Disponível em: <[http://www.livrosgratis.com.br/busca/Salt Spray/1](http://www.livrosgratis.com.br/busca/Salt%20Spray/1)>.
Acesso em: 18 maio 2017.

OLIVEIRA, Bruno Brogio de. **Identificação Automática de Rebarbas em Peças Fundidas: Uma Contribuição para a Automação do Processo de Rebarbação.** 2011. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste, São Paulo, 2011.

e-TEC

ANEXO A

CERTIFICADO DE ANÁLISE		N° DO ENSAIO:
ENSAIO DE SALT SPRAY		77,78,79 17
1. DESCRIÇÃO DO ENSAIO		
1.1. OBJETIVO DO ENSAIO		
Finalidade:	<i>Determinação do tempo máximo de resistência à oxidação.</i>	
Região avaliada:	<i>Avaliação do efeito de borda.</i>	
Fornecedor avaliado:	<i>nenhum.</i>	
Descreva outro:		
1.2. SOLICITANTE		
Nome / Função / Empresa:	<i>Cleber</i>	
Data:	<i>10/05/2017</i>	
1.3. CORPO DE PROVA		
Quantidade:	<i>3</i>	Dimensão: <i>padrão 100x200 mm</i>
Substrato:	<i>aço carbono</i>	Característica: <i>laminado a quente decapado e oleado</i>
Material:	<i>chapa padrão</i>	Descrever: <i>Chapa sem rebarba</i>
1.4. METODOLOGIA DE PREPARO DO CORPO DE PROVA		
Pré-tratamento:	<i>desengraxante alcalino</i>	Concentração: <i>0,3 Abs</i>
Tratamento superfície:	<i>nanosilano</i>	Espessura média: <i>50-80 µm</i>
Acabamento no metal:	<i>tinta eletrostática pó híbrida</i>	Código da tinta: <i>10067</i>
Cor da tinta aplicada:	<i>BRP-BRANCO 2006</i>	Processamento: <i>nenhum</i>
Polimerização:	<i>10 minutos a 180°C</i>	Descreva outros:
1.5. NORMAS UTILIZADAS		
ABNT NBR 8094:	<i>prescreve o método para execução e avaliação de ensaios de exposição à névoa salina em materiais metálicos revestidos e não revestidos. Contempla o preparo das amostras;</i>	
ASTM B117:	<i>abrange aparelhos, procedimento e condições necessárias para criar e manter o sistema de pulverização de sal.</i>	
1.6. INSTRUÇÕES DE TRABALHO UTILIZADAS		
IT.CQ.005:	<i>Análise de espessura do filme de tinta.</i>	Específ.: <i>50 - 125 µm</i>
1.7. AVALIAÇÃO		
Região estudada:	<i>área de bordas.</i>	Descreva outros:
Periodicidade:	<i>a cada 24 horas.</i>	
Término avaliação:	<i>até o aparecimento de oxidação na superfície da área estudada.</i>	
1.8. RESULTADO ESPERADO PARA O ENSAIO DE SALT SPRAY		
Mínimo:	<i>500 horas</i>	Descreva outro:
1.9. TEMPO DE ENSAIO		
Início do ensaio:	<i>29/05/2017</i>	Horímetro início: <i>41999,4 horas</i>
Término do ensaio:	<i>21/06/2017</i>	Horímetro fim: <i>42386,2 horas</i>
Tempo total de ensaio:	<i>23 dias</i>	Tempo de névoa: <i>386,8 horas</i>

ANEXO B

CERTIFICADO DE ANÁLISE		N° DO ENSAIO:
ENSAIO DE SALT SPRAY		80,81,82 /17
1. DESCRIÇÃO DO ENSAIO		
1.1. OBJETIVO DO ENSAIO		
Finalidade:	<i>Determinação do tempo máximo de resistência à oxidação.</i>	
Região avaliada:	<i>Avaliação do efeito de borda.</i>	
Fornecedor avaliado:	<i>nenhum.</i>	
Descreva outro:		
1.2. SOLICITANTE		
Nome / Função / Empresa:	<i>Cleber</i>	
Data:	<i>10/05/2017</i>	
1.3. CORPO DE PROVA		
Quantidade:	<i>3</i>	Dimensão: <i>padrão 100x200</i> <i>mm</i>
Substrato:	<i>aço carbono</i>	Característica: <i>laminado a quente decapado e oleado</i>
Material:	<i>chapa padrão</i>	Descrever: <i>Chapa com rebarba</i>
1.4. METODOLOGIA DE PREPARO DO CORPO DE PROVA		
Pré-tratamento:	<i>desengraxante alcalino</i>	Concentração: <i>0,3</i> <i>Abs</i>
Tratamento superfície:	<i>nanossilano</i>	Espessura média: <i>50-80</i> <i>µm</i>
Acabamento no metal:	<i>tinta eletrostática pó híbrida</i>	Código da tinta: <i>10067</i>
Cor da tinta aplicada:	<i>BRP-BRANCO 2006</i>	Processamento: <i>nenhum</i>
Polimerização:	<i>10 minutos a 180°C</i>	Descreva outros:
1.5. NORMAS UTILIZADAS		
ABNT NBR 8094:	<i>prescreve o método para execução e avaliação de ensaios de exposição à névoa salina em materiais metálicos revestidos e não revestidos. Contempla o preparo das amostras;</i>	
ASTM B117:	<i>abrange aparelhos, procedimento e condições necessárias para criar e manter o sistema de pulverização de sal.</i>	
1.6. INSTRUÇÕES DE TRABALHO UTILIZADAS		
IT.CQ.005:	<i>Análise de espessura do filme de tinta.</i>	Especific.: <i>50 - 125 µm</i>
1.7. AVALIAÇÃO		
Região estudada:	<i>área de bordas.</i>	Descreva outros:
Periodicidade:	<i>a cada 24 horas.</i>	
Término avaliação:	<i>até o aparecimento de oxidação na superfície da área estudada.</i>	
1.8. RESULTADO ESPERADO PARA O ENSAIO DE SALT SPRAY		
Mínimo:	<i>500 horas</i>	Descreva outro:
1.9. TEMPO DE ENSAIO		
Início do ensaio:	<i>29/05/2017</i>	Horímetro início: <i>41999,4</i> <i>horas</i>
Término do ensaio:	<i>31/05/2017</i>	Horímetro fim: <i>42042,6</i> <i>horas</i>
Tempo total de ensaio:	<i>2 dias</i>	Tempo de névoa: <i>43,2</i> <i>horas</i>

CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE LUBRIFICAÇÃO DE MÁQUINA CORTADEIRA KAMPF CONSLIT PARA EMBALAGENS PLÁSTICAS

RENAN SOARES DE OLIVEIRA¹
APARECIDO SERAPIAO DO SANTOS²
RODOLFO HILDEBRANDT³
ADRIANA GISELI LEITE CARVALHO⁴

Resumo: Os lubrificantes são largamente utilizados nos mais diversos setores da indústria. Tem a principal função de reduzir o atrito e o desgaste entre partes móveis de um objeto. No entanto, também são funções, a refrigeração, limpeza das partes móveis, a transmissão de força mecânica, a vedação e proteção do conjunto ou de componentes específicos, e até a transferência de determinadas características físico químicas a outros produtos. O presente trabalho tem como objetivo a elaboração de um plano de lubrificação de uma máquina cortadeira de bobinas plásticas, tendo como objetivo a ampliação do conhecimento sobre o assunto. Para tanto, o trabalho foi embasado em planos de lubrificação existentes em máquinas e em pesquisas bibliográficas focada na gestão de lubrificação industrial. Com os resultados obtidos identificou-se que um bom plano de lubrificação facilita o gerenciamento da preventiva e aumento da vida útil dos equipamentos mecânicos, beneficiando a produção, aumentando a produtividade na cortadeira Kampf Autoslit e expandir esse modelo para as demais máquinas e equipamentos da fábrica.

Palavras-chave: Plano de lubrificação. Bobinas plásticas. Lubrificação industrial.

1 Graduação - Tecnólogo em Fabricação Mecânica, da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina; renansoares621@gmail.com.

2 Docente Esp.- Faculdade da indústria Senai Londrina; aparecido.serapiao@sistemafiep.org.br

3 Docente Dr. Faculdade da indústria Senai Londrina; rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

4 Docente Esp. Faculdade da indústria Senai Londrina; adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

Abstract: Lubricants are widely used in many different industries. It has the main function of reducing friction and wear between moving parts of an object. However, functions such as cooling, cleaning of moving parts, transmission of mechanical force, sealing and protection of the assembly or specific components, and even the transfer of certain physical and chemical characteristics to other products. The present work has the objective of elaborating a plan of lubrication of a plastic coil cutting machine, aiming to increase the knowledge about the subject. To do so, the work was based on existing lubrication plans in machinery and bibliographic research focused on the management of industrial lubrication. With the results obtained, it was identified that a good lubrication plan facilitates the management of the preventive and the useful life of the mechanical equipments, benefiting the production, increasing the productivity in the Autoslit Kampf cutter and expanding this model to the other machines and equipment of the factory.

Keywords: Lubrication plan. Cutting machine. Industrial lubrication.

1. INTRODUÇÃO

O avanço industrial e a crescente competitividade vêm impondo as diversas organizações a necessidade de melhores custos de produção, mantendo a excelência em qualidade. Neste contexto, ferramentas que possam auxiliar no gerenciamento e na melhoria contínua influenciam positivamente nos resultados.

Esforços são despendidos por profissionais ou especialistas, buscando a estruturação e a implementação de melhoria contínua no setor produtivo, visando o aumento na disponibilidade de equipamentos. Máquinas paradas por causas gerenciais ou técnicas podem significar perdas significativas, o planejamento criterioso permite que os processos de fabricação mantenham-se ativos, reduzindo ao mínimo as paradas de fábrica.

Uma das formas de manter um processo contínuo é o cuidado com a máquina e ferramenta industrial que necessita de sistemas de lubrificação para garantir a integridade e a conservação de seus componentes mecanizados ou eletrônicos, que trabalha com os mais variados movimentos lineares, rotativos com força ou carga. Segundo Carretero (2006) no tempo primordial o homem descobriu a importância da lubrificação através de construções de pirâmides e esfinges, que eram construídas com blocos extremamente pesados.

Ao perceber as dificuldades para o carregamento foi idealizado o uso da gordura animal ou azeites vegetais nos eixos, facilitando os transportes e reduzindo o atrito dos eixos nas peças em contato. Após uso do gordura animal ou azeites vegetais como lubrificantes, teve uma abertura para vários estudos de materiais que poderiam ser usados para o mesmo método, como o petróleo descobertos um tempo depois.

Várias civilizações antigas já haviam encontrado poços de petróleo na superfície, como ocorreram na China no Século IV a.C., mas mesmo assim todo o potencial do material só seria explorado a partir da Segunda Metade do Século XIX. Na Pensilvânia nos EUA, em 27 de agosto de 1859 surgiu o primeiro poço furado, dando início a história moderna da indústria do Petróleo, empregando-se como fonte de energia e combustível para os meios de transportes e como matéria-prima para uma infinidade de produtos (CARRETEIRO, 2006). Porém foi a partir dessa perfuração em Titusville (Pensilvânia nos Estados Unidos), que começou um grande período de desenvolvimento tecnológico.

Após a descoberta do petróleo teve então o começo de vários estudos com a finalidade de abranger suas formas de uso, dentre elas o uso do petróleo para lubrificação. Foram solucionados lubrificantes de quatro tipos de consistências retirados do petróleo: líquidos (óleos), pastosos (graxas), sólidos (grafita), gasoso (ar, nitrogênio e gases), com várias consistências diferentes proporcionou na utilização em inúmeros locais.

A principal função do lubrificante segundo Carreteiro (2006) é a formação de uma película que impede o contato direto de duas superfícies que se movem relativamente entre si, reduzindo o atrito e evitando o desgaste dos corpos, prolongando a vida útil do mesmo. Os lubrificantes são utilizados em veículos e máquinas industriais com o objetivo de evitar a danificação da parte mecânica desses equipamentos ocasionada por atritos, corrosões e mudanças bruscas nas temperaturas internas e externas, além de desgastes causados por elementos naturais como o oxigênio (BANNISTER, 1996).

Uma lubrificação correta tende a aumentar as taxas da produção ocasionando em uma disponibilidade e vida útil do maquinário como um melhor desempenho, permitindo velocidades mais altas de trabalho. É aceito que mais de 60% de todas as falhas mecânicas estão diretamente relacionadas a práticas de lubrificação pobres ou impróprias (BANNISTER, 1996), por esse fato é apropriado um programa de manutenção preventiva confiável e uma boa gestão da lubrificação industrial.

A lubrificação industrial, sob uma gestão organizada, é um forte fator para competitividade da empresa. Através dela consegue-se aumentar a

produtividade com melhor desempenho do maquinário e diminuir custos com o aumento de vida útil do equipamento. Segundo Belinelli (2011, p.17) o total planejamento de atividades ligadas à lubrificação industrial leva à redução de custos com manutenção e lubrificantes, bem como, ao aumento de produtividade do maquinário e manutenção de dados (histórico) para análise do desempenho deste e tomada de decisão.

O plano de lubrificação deve ser um forte componente da manutenção preventiva com o princípio principal, evitar a possibilidade de quebras, economizar em consertos, tempo de manutenção e produção perdida ocasionada por interrupção de máquinas. Logo, a lubrificação como elemento de manutenção preventiva se torna uma ferramenta de competitividade no mercado. O aumento do desempenho de máquinas e de equipamentos em uma operação é diretamente proporcional à qualidade da gestão da lubrificação e ao suporte dos executores quanto à execução dos planos preventivos aplicados de forma correta.

Nesse artigo será apresentado a elaboração de um plano de lubrificação de uma máquina cortadora de bobinas para embalagens plásticas, o conceito envolve o uso de tabela de cores que enfatizam o uso de todos os lubrificantes em máquinas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manutenção

Dados históricos sobre a manutenção abrangem três períodos distintos, sendo o primeiro período anterior a segunda guerra mundial, denominado como manutenção da primeira geração onde a disponibilidade dos equipamentos e a preocupação pela prevenção das falhas não era prioridade. O segundo período trata-se da segunda geração em 1950, onde o pós-guerra gerou crescente demanda por produtos impulsionando a mecanização das indústrias, com máquinas numerosas e complexas. O terceiro período, denominado de terceira geração, novas maneiras de maximizar a vida útil dos equipamentos produtivos, passando a existir a preocupação com alta disponibilidade e confiabilidade, sem proporcionar nenhum dano ao ambiente, ter maior segurança, maior qualidade do produto e custos sob controle.

Quanto aos tipos de manutenção, existem basicamente cinco tipos, cada uma delas apresenta seus pontos positivos e as fragilidades. Na manutenção corretiva não planejada, é caracterizado pela atuação das equipes

de manutenção em fatos que já ocorreram, sejam estes fatos desempenhos inferiores ao almejado ou uma falha. Visando os custos de manutenção, apresenta-se menor do que prevenir falhas nos equipamentos, porém, pode causar grandes perdas por interrupção da produção. Não há tempo para a preparação de componentes e nem de planejar o serviço; isto é, manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de modo aleatório a fim de evitar outras consequências (CASTELLA, 2001).

Tratando-se de uma manutenção corretiva planejada, a falha ou condição anormal de operação de um equipamento e a correção depende de decisão gerencial, em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. A decisão de adotar a política de manutenção corretiva planejada pode ser originada com base em vários fatores, tais como: negociação de parada do processo produtivo com a equipe de operação, aspectos ligados à segurança, melhor planejamento dos serviços, garantia de ferramental e peças sobressalentes, necessidade de recursos humanos tais como serviços contratados. Esse tipo de manutenção possibilita o planejamento dos recursos necessários para a intervenção de manutenção, uma vez que a falha é esperada (MUASSAB, 2002).

Por sua vez, a manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas através da manutenção nas instalações em intervalos pré-planejados. É utilizada quando o custo da falha não planejada é alto (devido a interrupção da produção normal) e quando a falha não é totalmente aleatória (assim o momento da manutenção pode ser programado para antes que a falha se torne muito provável (GEREMIA, 2001, p.23). “Sem uma boa manutenção preventiva as falhas tendem, a aumentar, e ocupar todo o tempo do pessoal de manutenção, pode ocorrer que mesmo com cumprimento sistemático da preventiva, as falhas não diminuam, essas falhas podem estar na falta de padrões e procedimentos ou habilidade insuficiente dos técnicos e operadores da produção” (RODRIGUES; SANTOS, 2012, p.22).

O mesmo autor ressalta que há muitas empresas que acreditam que tem um esquema eficiente de manutenção preventiva, mas o que ocorre no chão de fábrica de muitas delas e que o tempo reservado pra preventiva acaba sendo trabalhado, e os itens de preventiva acaba sendo deixado de lado e não são cumpridos.

Quanto a manutenção preditiva, é baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento. Esses dados coletados, por meio de medições em campo como temperatura, vibração, análise físico-

química de óleos, ensaios por ultrassom, termografia, não permitem um diagnóstico preciso; portanto, trabalha-se no contexto de uma avaliação probabilística.

Caracteriza-se pela previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros principais, com o equipamento em funcionamento. A manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento adequado, antes que o equipamento apresente falha, e tem a finalidade de evitar a falha funcional ou evitar as consequências desta (MOUBRAY, 1997). Na década de 1990 o termo manutenção detectiva começou a ser utilizado. É um tipo de manutenção efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção. Essa é a política adotada quando o processo possui subconjuntos nos quais é praticamente impossível detectar falhas antes que elas ocorram, buscando eliminar falhas ocultas por meio de testes periódicos no sistema (CASTELLA, 2001).

2.2 Lubrificantes

Segundo Belinelli (2011, p. 26) a aplicação e a seleção de lubrificantes são determinadas pelas funções que eles exercem nos elementos de máquina e pelo ambiente de trabalho que estes se encontram. Em alguns casos, o intuito maior é controlar o atrito, em outros, efetuar controle de temperatura. Os lubrificantes podem ser definidos como fluídos compostos de misturas complexas e em estrutura básica de hidrocarboneto usada principalmente para o controle do atrito e desgaste.

Os lubrificantes podem estar em estado físico gasoso, sólido (grafite, bissulfeto de molibdênio, enxofre, fósforo), semissólido (vaselina, graxa vegetal, animal ou mineral) ou o mais utilizado um líquido (água, óleo vegetal, animal ou mineral, sintético) (BELMIRO e CARRETEIRO, 2006).

Carreteiro e Belmiro (2006) define as graxas como sendo um lubrificante semissólido a sólido, que consiste em um agente engrossador, geralmente sabão metálico, dispersado em lubrificante líquido, o qual funciona como retentor do lubrificante. As graxas podem conter em sua composição aditiva química como inibidores de oxidação, antidesgaste, inibidores de ferrugem e corrosão, entre outros, melhorando sua propriedade física.

Em geral, lubrificantes semissólidos são muito estáveis em ambiente de alta radioatividade, onde óleos (lubrificantes líquidos) seriam degradados.

O quadro 1 resume alguns tipos de graxas existentes juntamente com seus aditivos.

Quadro 1: Componentes da Formulação de Graxas

Óleo Base da Composição	Espessastes	Aditivos
Óleo Mineral	Sabão de Sódio	Antioxidante
Hidrocarbonetos Sintéticos	Sabão de Cálcio	Aditivos Antidesgaste
Di-ésteres	Sabão de Lítio	Aditivos EP (Extrema Pressão)
Silicones	Sabão de Alumínio	Inibidores de Corrosão
Esteres Fosfatados	Complexo de Lítio	Bissulfato (Dissulfato) de Molibidênio
Perfluoropoliéter	Complexo de Cálcio	Modificador de Atrito
Silicones Fluorados	Complexo de Alumínio	Metal desativador

Fonte: Adaptado de Lansdown (2004, p.128)

O tipo e as características das graxas se devem ao tipo de agente espessante do qual ela é constituída normalmente são utilizados nas graxas convencionais, os sabões metálicos como os de cálcio, sódio e lítio. Pode-se ainda usar como espessante outros materiais como sílica-gel ou argilas especiais (bentonita), que são pouco empregadas devido ao seu elevado custo (ZANINI, 2010).

Os óleos minerais são os mais importantes e empregados na lubrificação realizada dentro das indústrias, bem como, possuir o menor custo. São derivados da refinação (fração e destilação) do petróleo. Eles consistem basicamente de carbono, hidrogênio, sob a forma de hidrocarbonetos (BELMIRO; CARRETEIRO, 2006). As características destes óleos dependem do tipo do petróleo de origem e do processo de refino, sendo classificados como apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Tipos de óleos base mineral

Óleos Base	Características
Parafínico	Possui significativa quantia de hidrocarbonetos cerosos e pouco ou nenhum material asfáltico. Seus naftenos constituem-se em longas cadeias.

3Naftênicos	Possui material asfáltico e pouco ou nenhum material cerosos. Seus naftenos constituem-se em cadeias de menor tamanho. Tem viscosidade baixa.
Mistura de Bases (Aromáticos Ciclo, parafínicos, entre outros)	Possui ambos os materiais asfálticos e cerosos. Seus naftenos se constituem em moderadas a longas cadeias. Possui baixo ponto de fluidez

Fonte: Adaptação de *Lubrication and Reliability*. (BELINELLI 2011, p.26)

Óleos básicos minerais são derivados de petróleo que constituem a matéria prima principal utilizada para a fabricação de óleos lubrificantes acabados. Estes são utilizados em veículos e máquinas industriais com o objetivo principal de evitar danos na parte mecânica destes equipamentos ocasionada por atritos, corrosões e mudanças bruscas nas temperaturas internas e externas (CANCHUMANI, 2011, p.8), além de desgastes causados por elementos naturais como o oxigênio.

2.3 Principais propriedades dos lubrificantes

O desempenho de um lubrificante está diretamente ligado à sua composição química e ao processo de refinamento que óleo cru foi submetido, além da adição de aditivos. Esta junção de ativos dá características aos lubrificantes, permitindo controlar a sua eficácia e qualidade, além de possibilitar o direcionamento do seu uso (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006, p.35).

As propriedades dos lubrificantes são normalmente determinadas pela aplicação de testes padronizados, que permitem determinar uma série de propriedades como o índice de viscosidade, ponto de fluidez e fulgor e a resistência a corrosão. A viscosidade são uma das propriedades mais importantes, caracterizando a resistência ao escoamento dos lubrificantes. O valor do índice de viscosidade depende principalmente da temperatura e da pressão.

A norma ASTM D-2270 padroniza o índice de viscosidade a partir do cálculo da viscosidade cinemática, a qual representa a resistência ao movimento que um óleo lubrificante enfrenta ao escoamento a uma

determinada temperatura. O ponto de fluidez refere-se à temperatura, na qual o óleo lubrificante deixa de escoar. Esta temperatura é definida por um teste padronizado pela ASTM D-97, por meio de resfriamento sucessivo da amostra de óleo em um frasco em intervalos de 3 °C. Nestes intervalos observa-se se o lubrificante é capaz de fluir (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Para a determinação do ponto de fulgor (uma quantidade definida de amostra é aquecida sob uma faixa de temperatura até o material apresentar uma pequena chama (lampejo ou flash), é determinado pela menor temperatura, na qual esta chama se iniciou. Esta característica, através de ensaios, permite identificar a máxima temperatura de utilização de DIN ISO 2592/ASTM D 92), um produto, evitando riscos de incêndio e/ou explosão.

O teste para verificar a resistência à corrosão é padronizado pelas normas ASTM D 130/DIN 51759. Este é comumente efetuado pela exposição de uma tira de cobre sob a ação do óleo lubrificante por um período médio de 3 horas a uma temperatura de 150° C. Ao final do período do teste, a tira de cobre é retirada, lavada e sua variação de cor é comparada com uma escala padrão de oxidação (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006, p.67). Entre as propriedades citadas, a tabela 1 apresenta uma classificação da consistências das graxas.

Tabela 1: Classificação NLGI – Consistência das Graxas

Número de Consistência NLGI	Penetração ASTM (25°C), em mm.	Aparência em temperatura ambiente
000	445-475	Muito fluida
00	400-430	Fluida
0	355-385	Semifluida
1	310-340	Muito macia
2	265-295	Macia
3	220-250	Dureza média
4	175-205	Dura
5	130-160	Dureza alta
6	85-115	Extremamente dura

Fonte: Adaptado de Carreteiro, 2006, p.99.

A consistência correta fará com que a graxa permaneça no rolamento, sem gerar muito atrito, é classificada de acordo com uma escala desenvolvida pelo NLGI. Quanto mais macia a graxa, menor o número. Geralmente, as graxas para rolamentos são NLGI 1, 2 ou 3.

2.4 Lubrificantes de grau alimentício

Segundo Belinelli (2011, p.40) dentro de uma indústria alimentícia é obrigatório o uso de lubrificantes de grau alimentício, os chamados “*Foods Grade*” devido à segurança alimentar requerida. Segundo a Mobil (2012) a indústria de processamento de produtos alimentares e de bebidas enfrenta desafios únicos. É necessário não só tentar procurar a máxima produtividade, como também evitar a possibilidade de contaminação dos produtos alimentares, nomeadamente a contaminação por óleos e graxas lubrificantes.

De fato, os órgãos governamentais podem exigir que, nos casos em que possam ocorrer contatos acidentais, os lubrificantes tenham certificação NSF H1. Curiosamente, muitos dos lubrificantes utilizados hoje em dia na indústria alimentícia e de bebidas não têm certificação NSF H1, o que pode representar um risco desnecessário para a produção. A NSF Internacional também reconhecida com “A empresa de Segurança de Saúde Pública”, é reconhecida globalmente como uma importante autoridade para a indústria de alimentos e é responsável pelo registro de lubrificantes.

Os lubrificantes de grau alimentício têm a oferecer para as superfícies internas dos componentes de máquinas, as mesmas características de proteção de um lubrificante mineral: controle de atrito, de desgaste e de corrosão, vedação, estabilidade de oxidação, estabilidade térmica, além de não conter substâncias tóxicas, sem odor, coloração e gosto e resistência à degradação, pois muitos equipamentos trabalham em ambientes de grande umidade (GEBARIN, 2009).

2.5 Gestão da lubrificação industrial

Através dos conceitos de Belinelli (2011, p. 44) uma adequada gestão da lubrificação industrial deve buscar o monitoramento e o controle dos recursos técnicos e materiais, tais como, lubrificantes, mão de obra e dispositivos de aplicação (ferramental). A execução da atividade de lubrificação em si, fundamentada nos planos preventivos de manutenção.

As atividades de lubrificação devem ser planejadas e programadas, seguindo um roteiro de atividades de um plano preventivo, qual sendo realizado dentro de uma adequada gestão, vem minimizar e, até eliminar:

- Falhas no maquinário por lubrificação deficiente;
- Perca de eficiência no funcionamento;

- Aquecimento do equipamento por lubrificação excessiva;
- Corrosão, abrasão e ferrugem no maquinário por lubrificante contaminado contaminação por água, condensado, elementos químicos e limalha de ferro ou qualquer material sólido, além de oxidação no lubrificante).

Conforme Mobley (2008, p.999 *apud* BELINELLI, 2011, p. 45), o planejamento das atividades de lubrificação, visa aplicar a quantidade adequada do correto lubrificante no local exato e dentro do tempo apropriado. Isto se traduz em redução de quebras (paradas de manutenção), custo de manutenção, mão de obra e redução e custos de energia.

Os planos de lubrificação representam a base da gestão da lubrificação, pois são eles que esquematizam os procedimentos de todos os passos para uma correta execução, além de conter dados essenciais, como a localização do equipamento, o tipo de ferramenta a ser utilizado, o tipo de lubrificante e muitas vezes instruções para segurança do trabalhador.

Na gestão da lubrificação deve-se, primeiramente, elaborar os planos preventivos de manutenção. Estes planos preventivos devem conter corretamente a descrição de lubrificantes, quantidades, periodicidade e ferramentas adequadas para execução, pois só através de uma lubrificação organizada e adequada é que esta atividade trará benefícios para o maquinário e a produção.

Um fator importante para a elaboração dos planos de manutenção é o amplo conhecimento dos equipamentos. Prósperos programas de lubrificação envolvem administração e funcionários de chão de fábrica, por isso, é preciso que o grupo de pessoas esteja envolvido nesta atividade (mecânicos, lubrificadores, planejamento de manutenção e fornecedor de lubrificantes da empresa), possuam grande experiência em campo e aprofundado conhecimento do funcionamento do maquinário a ser lubrificado, para melhor eficácia na elaboração e gerenciamento dos planos preventivos (MOBLEY, 2008).

Segundo Viana (2002) os planos preventivos de lubrificação devem envolver os seguintes aspectos:

- Identificação de equipamentos que devem ser lubrificados, bem como, a de seus pontos de aplicação do lubrificante;
- Identificação do lubrificante adequado em cada ponto;
- Identificação do método de aplicação (bomba manual ou automática, almotolia, pincel, spray, entre outros.);

- Frequência ou intervalo de lubrificação (periodicidade) definida;
- Mão de obra e quantidade de hora/homem;
- Condição do equipamento para execução: se o equipamento pode ser seguramente lubrificado enquanto opera ou se deve ser desligado.

Segundo Belinelli (2011, p. 46) as exigências fundamentais para selecionar o lubrificante apropriado para cada tipo de atividade de lubrificação, são as características físico-químicas do óleo base, como a viscosidade, a velocidade operacional (variável ou fixa) do ponto de aplicação, o tipo específico de atrito (por exemplo, deslizando ou rolando), condições ambientais para qual o lubrificante está sujeito, o tempo da próxima lubrificação, estabilidade, oxidação, calor (ponto de gota), entre outros.

Também é importante focar no modo de aplicação dos lubrificantes e na segurança do funcionário que a executa, pois um dos pontos de uma boa administração, além de propiciar bons resultados técnicos, é gerir adequadamente seus recursos humanos, diminuindo o máximo o risco de acidentes de trabalho.

É importante salientar que todos os planos de lubrificação, bem como, seus recursos, devem seguir uma perfeita gestão para alcançar bons resultados.

Segundo Filho (2004), somente através de um planejamento adequado de manutenção é que é possível alcançar melhores níveis de disponibilidade do equipamento e, conseqüentemente, do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade.

2.5.1 A Gestão da Lubrificação na Indústria Alimentícia

Assim como todas as empresas de ramo industrial, os fabricantes de alimentos e bebidas procuram melhorar o desempenho de seu maquinário instalado, a fim de aumentar a produtividade e reduzir tempo de manutenção, tornando-se competitivos dentro do mercado que eles integram.

Uma das formas mais eficazes para alcançar estes objetivos também pode representar um dos maiores focos de problemas por contaminação: a lubrificação industrial.

A manufatura de alimentos e bebidas requer operações processuais como limpeza, esterilização, aquecimento, resfriamento, cozimento, corte, empacotamento entre outros. Para a execução destas operações, necessita-se de máquinas e equipamentos como: bombas, misturadores, tanques, tubos, motores, balanças, eixos. Tal maquinário contém elementos mecânicos ou rotativos que requerem fluídos hidráulicos, graxas, óleos lubrificantes que asseguram seu pleno funcionamento. (BELINELLI, 2011, p. 47).

Porém o mesmo lubrificante que auxilia é considerado um perigo de contaminação alimentar. Um perigo alimentar é alguma contaminação inaceitável por substâncias de origens: biológicas (bactérias, patogênicas), química (componentes químicos em geral) ou agente físico (parafusos, plástico, cabelo, etc.).

Os lubrificantes se enquadram como contaminantes químicos, por isso, em indústrias alimentícias, além de uma adequada gestão da lubrificação, também devem ser utilizados os lubrificantes de grade alimentícia, os “*Food Grade Lubricants*” (TOTTEN, 2006).

Dentro da indústria alimentícia é utilizado um sistema de administração denominado “Análise de Perigo e Pontos de Controle Críticos - HACCP (do inglês *Hazard Analysis and Critical Control Point*)”, que monitora, audita, previne e corrige focos de contaminação alimentar, promovendo o uso de lubrificantes seguros no processo de fabricação alimentícia nas indústrias deste ramo (KUNG, 2003).

Segundo as normas do HACCP, todos os pontos de lubrificação são considerados pontos de controle críticos, ou áreas de risco potencial. Durante a elaboração dos planos de lubrificação são levadas em conta as recomendações deste programa, principalmente, a escolha do lubrificante de classe alimentícia correta das máquinas e equipamentos onde podem ser aplicados (HODSON; CASSIDA, 2004)

No caso da lubrificação, todos os pontos devem ser considerados como críticos, ou áreas de risco potencial. O processamento de alimentos geralmente envolve máquinas e acessórios como bombas, misturadores, tanques, engrenagens, sistemas hidráulicos, cabos, tubulação, correntes e esteiras.

Segundo Belmiro (2008), exemplos de máquinas e equipamentos onde se aceita a aplicação de lubrificantes de classe H1 são:

- Em caixas de engrenagens operando sobre tanques de armazenamento de comidas e bebidas;

- Como lubrificantes de compressores arrastados na corrente de ar de alimentação de sistemas pneumáticos das fábricas de produção de alimentos, bebidas e produtos farmacêuticos;
- Graxas para as máquinas que colocam as tampas das garrafas em uma linha de enchimento;
- Correntes que transportam garrafas em linha de enchimento.

Fica evidente que a aplicação de lubrificantes H1 foca-se em maquinário ligado diretamente à manufatura dos produtos e em elementos mecânicos que se localizam dentro dos equipamentos. Já os de classe H2, de composição mineral e tóxica (mesmo não contendo substâncias carcinogênicas, etc.), são utilizados em equipamentos voltados para área de utilidades da fábrica e/ou em elementos mecânicos externos de maquinário auxiliar, como esteiras transportadoras de produto embalado.

A lubrificação executada dentro de uma gestão adequada (lubrificante na sua quantidade correta, no lugar certo e na hora exata), traz benefícios às indústrias. Pelo contrário, quando mal gerenciado, o prejuízo é ainda maior, pois lubrificantes (óleos e graxas) contaminam o alimento, gerando prejuízo por descarte de lotes inteiros de produtos acabados e/ou danos a saúde humana, caso o alimento contaminado seja emanado para o mercado. Assim, uma busca por redução de custo se transforma em desperdício e implicação judicial (normas de saúde). Em suma, uma correta gestão de lubrificação em empresas de ramo alimentício, onde se deve identificar o adequado lubrificante e aplicar no local correto não é só necessário, mas sim obrigatória. Acima de um excelente nível de desempenho dos equipamentos (sem perda de energia ou falha por desgaste) e redução nas falhas, deve-se considerar a contaminação alimentar que o lubrificante pode causar. A lubrificação neste tipo de empresa não é só sinônima de economia, mas principalmente de sobrevivência.

2.5.2 Controle de lubrificantes de estoque

Para maior organização de lubrificantes em estoque foi idealizado um controle com os códigos dos lubrificantes (Apêndice 3).

Nessa planilha observam-se os códigos que estão cadastrados no almoxarifado, a descrição do lubrificante, a descrição de sua cor (esse tópico não seria a cor da espécie do lubrificante, isso seria somente uma cor escolhida somente para um controle), também tem o código de cores para

serem confeccionadas etiquetas com a cor exata (Pantone), para assim serem coladas nos recipientes dos lubrificantes, seguindo a cor desta lista, com isso seria mais eficiente no momento de saber qual o lubrificante seria usado a um lugar específico.

Para serem utilizados lubrificantes em locais que estão diretamente expostos com a embalagem é preciso usar, segundo a norma NFS, lubrificantes de grau alimentícios, por esse fator nesta lista terá um símbolo NSF a frente da descrição do lubrificante se o mesmo for de grau alimentício.

3 MATERIAIS E METODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, a metodologia adotada está embasada em etapas para o desenvolvimento do plano de lubrificação. Inicialmente a coleta de dados a respeito da lubrificação industrial com o levantamento dos itens necessários à lubrificação, através de pesquisas bibliográficas e trabalhos em campo, adquirindo conteúdo para montar um plano de lubrificação. A segunda etapa compreende o estudo dos locais que serão realizadas as lubrificações, tendo a colaboração de mecânicos responsável pelas lubrificações, para assim podermos adquirir os principais dados de máquina como, periodicidade, quantidade de lubrificante, utensílios, procedimentos para lubrificação, áreas e sistemas, etc.

- Montar a ilustração da máquina cortadeira de bobinas plástica indicando os locais a serem lubrificados;
- Verificar no manual da máquina qual o lubrificante e a periodicidade de lubrificação adequado para um local específico;
- Adequar a quantidade de lubrificante que será utilizado, sendo assim, será preciso pesar com uma balança de precisão todos os tipos diferentes de graxa, usando para o teste a pistola graxeira.
- Calcular o tempo médio para ser feita a lubrificação.

A terceira etapa consiste na compreeção e na estruturação do plano de lubrificação, sendo adquirido das etapas anteriores as informações necessárias para ter um plano com o máximo de conteúdo precisando somente de um bom gerenciamento administrativo e tendo um lubrificador responsável pela máquina.

O ambiente de teste se caracteriza como uma multinacional no ramo de embalagens plásticas flexíveis, além da fabricação materiais rígidos como copos e potes, tendo os principais consumidores indústrias alimentícias. A

empresa onde foi aplicado o teste situa-se na região Cinco Conjuntos localizados na zona norte em Londrina. A filial Londrinense abriga mais de 980 funcionários, contendo somente no setor de corte, treze linhas de máquinas cortadeiras voltadas a beneficiar bobinas de embalagens de plástico e para outros processos industriais.

Para avaliação da organização de montagem dos planos de lubrificação industrial, estudou-se o processo da máquina, equipamentos existentes e identificaram-se os pontos necessários para aplicação de lubrificante. As principais especificações da máquina estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Especificação da máquina Kampf Conslit

Material	Filmes plásticos, papéis refinados, laminados.
Espessura do material	10 μm - 500 μm
Largura Material	Max 2.250 milímetros
Diâmetro do rolo	Máx. 1.300 mm
Diâmetro do rolo final	Máx. 610 mm
Peso rolo final	Máx. 600 kg
Sistema de corte	Corte de cisalhamento, corte de lâmina
Largura de corte	25 mm
Enrolamento cores	70 mm, 3 ", 6"
A velocidade da máquina	máx. 1.000 m / min

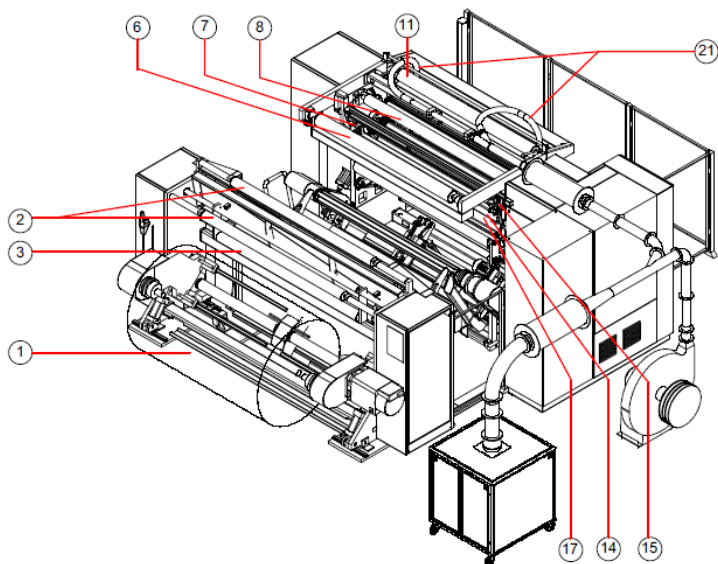
Fonte: Kampf Machinery

A máquina usada para ser feito o plano de lubrificação foi a cortadeira Kampf Conslit, sendo ilustrada na figura 1 e figura 2.

Na Figura 1 é ilustrado o lado da Desenroladeira (1), onde é colocada o material para ser feito o corte para bobinas menores.

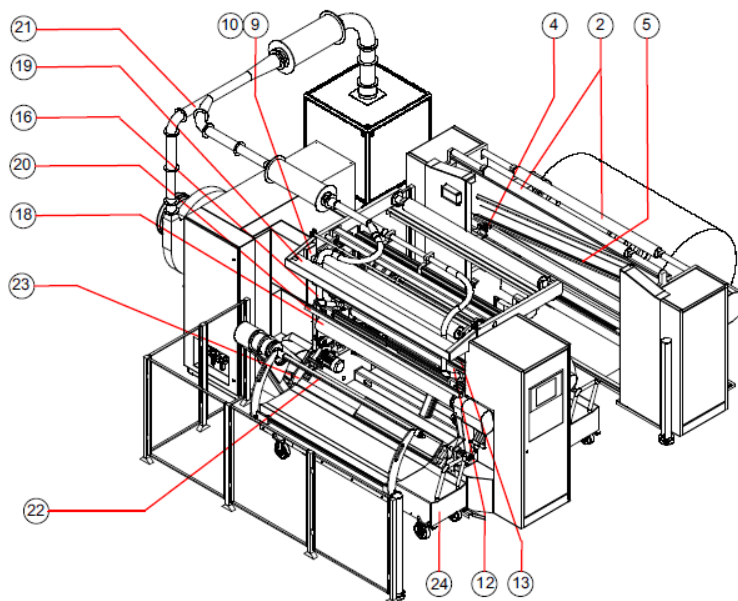
Para maior visão dos componentes foi dividido a ilustração da máquina em duas figuras, sendo assim, pode-se ver a continuação dos locais da máquina na figura 2.

Figura 1: Visão de componentes 1 da Kampf Conslit



Fonte: Kampf Machinery

Figura 2: Visão de componentes 2 da Kampf Conslit



Fonte: Kampf Machinery

Nessa figura 2 é ilustrado o lado da Enroladeira (22), onde é colocada bobinas plástica de até 600kg para serem cortadas em bobinas menores de até 15kg. Segundo o fabricante Kampf, Conslit é uma máquina de revólver duplo com material de guia a partir do topo. O foco durante a concepção da máquina foi dado a mais elevada eficiência, bem como sua flexibilidade. Para ter uma maior definição dos locais da máquina foi desenvolvida uma tabela com todas as descrições, como é visto na tabela 3.

Tabela 3: Descrição dos locais da máquina

1	Desenroladeira	14	Eixo das Lâminas superior
2	Cilindro de guia		Posicionamento automático das
	Cilindro de compensação	15	lâminas superior
3	de pêndulo	16	Cilindro de transporte
4	Cabeçote de sensor	17	Cilindro de encosto
5	Mesa de colagem	18	Cilindro de guia ajustável
6	Cilindro de guia ajustável	19	Eixo das lâminas inferior
	Dispositivo de giro para	20	Ionização
7	fora		Tubulação de aspiração da fita de
	Cilindro de alargamento na	21	borda
8	largura	22	Enrolamento
9	Acionamento central	23	Dispositivo de descarregamento
1		24	Carrinho de retira de rolos prontos
0	Cilindro de transporte		
1			
1	Cilindro de encosto		
1			
2	Cilindro de guia ajustável		
1			
3	Eixo das lâminas inferior		

Fonte: Kampf Machinery

Atrás dos indicadores de performance da manutenção será analisado a eficácia do plano de lubrificação fazendo os cálculos de MTBF e MTTR, que segundo MTBF pode ser conceituado como a característica do projeto, instalação e operação, normalmente expressada como a probabilidade na qual a máquina / equipamento pode ser reabilitada a uma determinada condição de operação, em um intervalo de tempo pré-determinado, quando a manutenção é feita de acordo com os procedimentos. Foram concluídos aos seguintes dados descrito na tabela 4.

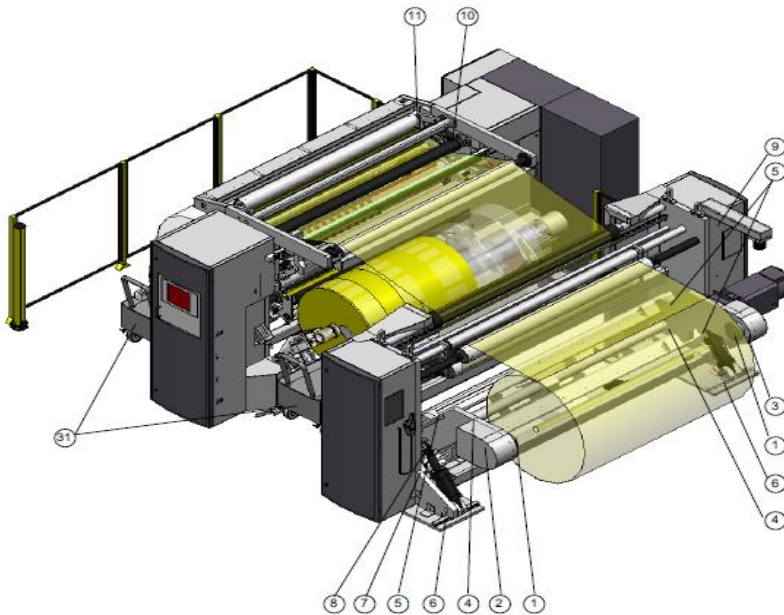
Tabela 4: MTBF e MTTR 2015

Disponibilidade						
	Horas disponíveis	Paradas	Nº de manutenção Corretiva	MTBF	MTTR	Disponibilidade
	h	H	MC	h	h	%
Jan - Dez 2015	2217	86	210	10	0,6	96%

Fonte: Do Autor

Conforme indicadores coletados na tabela 4 propõe-se provar que com um bom plano de lubrificação torna-se possível melhorar os índices de disponibilidade do equipamento. No manual da máquina pode-se visualizar um plano de lubrificação proposto pelo fabricante, tendo uma ilustração específica para locais a serem lubrificados, como mostra na figura 3 a seguir.

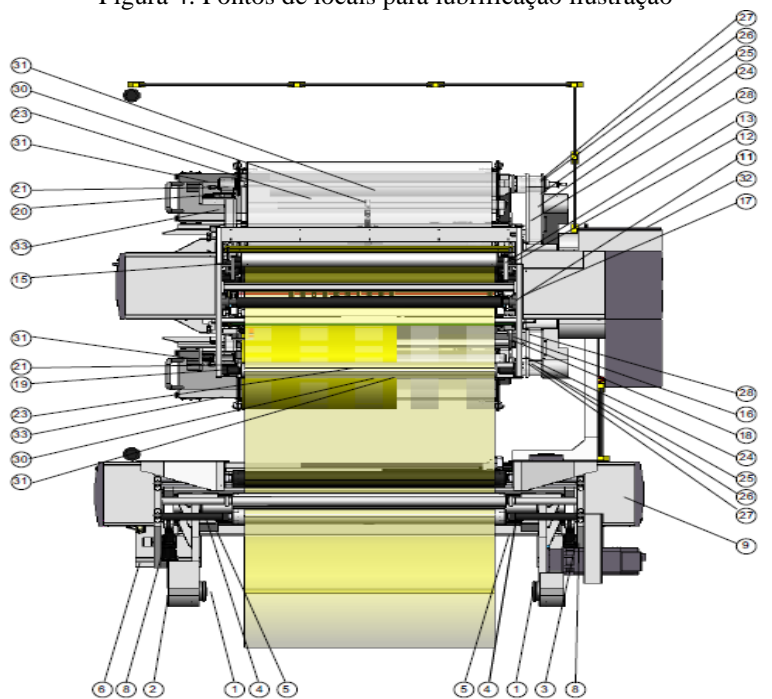
Figura 3: Pontos de locais para lubrificação ilustração 1



Fonte: Kampf Machinery

Para maior visão dos componentes foi dividido a ilustração da máquina em duas figuras, sendo assim, pode –se ver a continuação dos locais da máquina na figura 4 a seguir.

Figura 4: Pontos de locais para lubrificação ilustração



Fonte: Kampf Machinery

No plano de lubrificação do equipamento, é recomendado pelo manual do equipamento conforme a figura

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

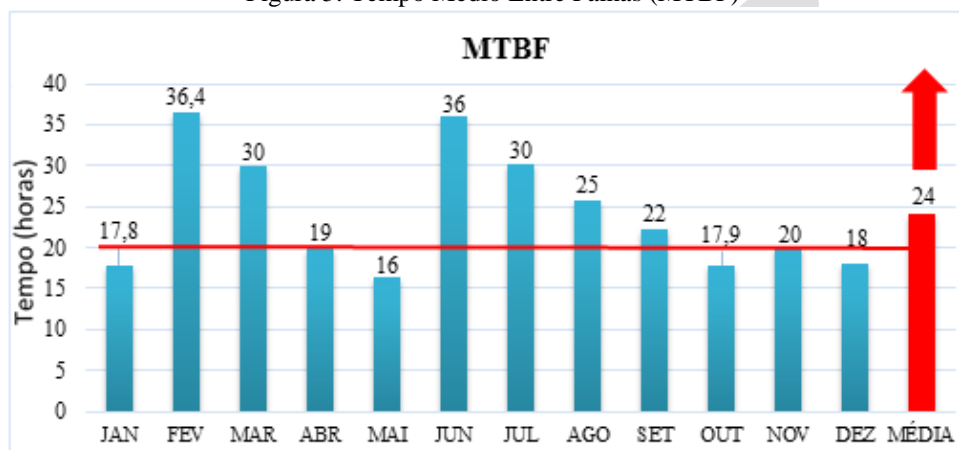
4.1. Resultados

Neste trabalho foi elaborado um plano de lubrificação para a máquina cortadeira de bobinas plásticas para o ano de 2016, sendo iniciado o projeto em 2015. Os Planos de lubrificação possuem uma divisão de áreas da máquina para assim ser mais efetivo. Existe um controle de lubrificantes para o estoque, podemos informar os lubrificantes de grau alimentícios e os não alimentícios e conseqüentemente estocados separadamente.

4.2. Discussão dos resultados

A principal contribuição deste plano de lubrificação para o ano de 2016 é reduzir quebras de máquina e conseqüentemente aumentar a disponibilidade das mesmas e para isso um dos indicadores usado é o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), figura 5.

Figura 5: Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

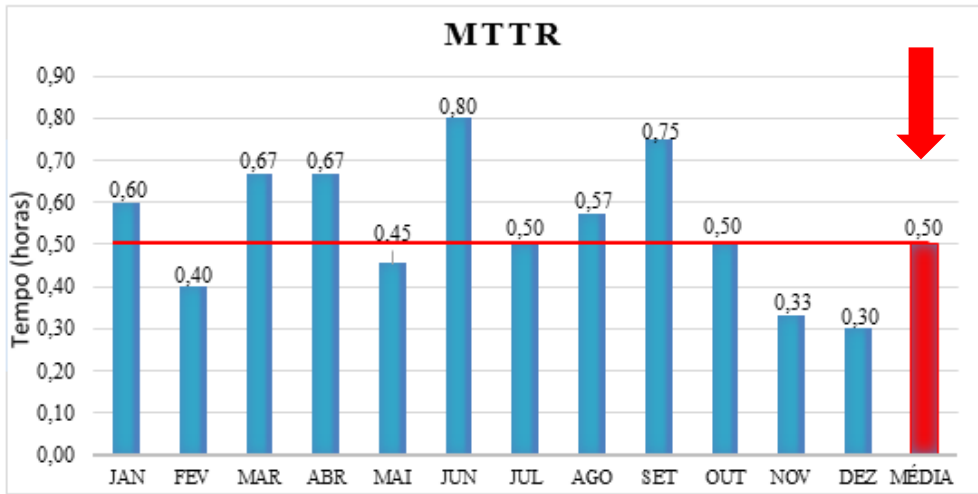


Fonte: Do Autor

Conforme análise do Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) verifica-se que um bom plano de lubrificação é possível melhorar a disponibilidade dos equipamentos e o aumento de produção na máquina, mostra uma melhora de 4 horas na média em 2016, conforme demonstrado na figura 5. Outro indicador muito utilizado na engenharia de manutenção é o Tempo Médio Entre Reparo (MTTR), figura 6.

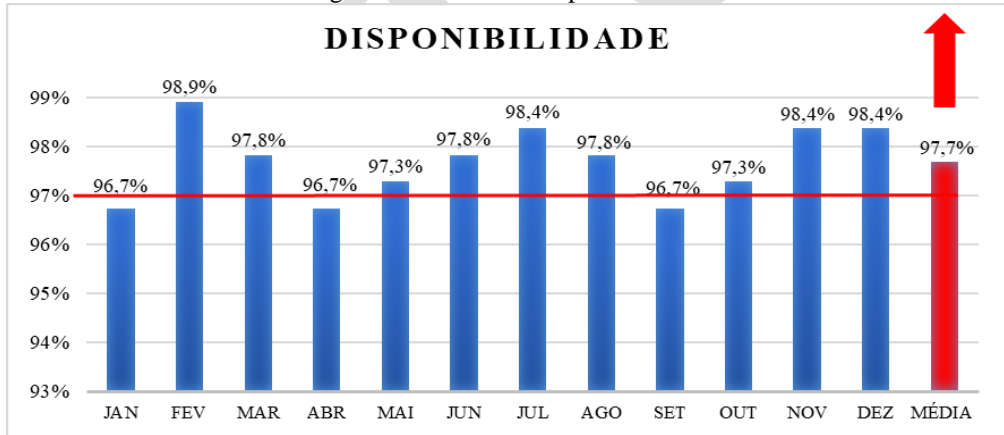
Na figura 06 demonstra que a média dentre reparos (MTTR) ficou o mesmo valor, que seria 0,5 horas para a ano de 2016. O indicador também muito utilizado na engenharia de manutenção é o de Disponibilidade, figura 7. Neste Indicador, em 2016, a disponibilidade de máquina teve um aumento de 95% para 97,7%, tendo assim tempo maior para produzir.

Figura 6: Tempo Médio Entre Reparo (MTTR)



Fonte: Do Autor

Figura 7: Gráfico de Disponibilidade



Fonte: Do Autor

5 CONCLUSÃO

Nota-se que foram obtidos bons resultados através do desenvolvimento e a aplicação do plano de lubrificação, sendo possível reunir informações importantes sobre lubrificação, planos e indicadores de manutenção, lubrificantes de grau alimentício e o seu armazenamento de

modo que não haja contaminação. As empresas têm voltado suas atenções para uma maior eficiência no processo produtivo, alta produtividade, ferramentas modernas, redução de custos e sustentabilidade, pois é um método eficiente, econômico e ecologicamente correto.

Por isso, pode-se concluir que com um plano de lubrificação e um gerenciamento de boa qualidade da preventiva permite a eliminação de quebras e a diminuição do investimento em corretivas por falhas, além do aumento da eficiência do equipamento e o aumento da produtividade da máquina diminuindo os custos de produção.

A metodologia utilizada mostrou-se adequada, onde optados por pesquisas a literaturas e artigos, utilizamos também, como método complementar, estudo de caso envolvendo a empresa do pesquisador, onde a coleta de dados proporcionou um aprofundamento nos mais variados métodos e processos utilizados para o aprimoramento de planos de lubrificação em especial para a máquina cortadeira de embalagens plásticas Kampf Conslit.

Conforme visto no artigo, obtive no MTBF uma melhoria de 4 horas em relação aos dados de manutenção anterior do ano de 2015, não teve mudanças no MTTR, sendo ainda assim um resultado muito positivo junto com o resultado de disponibilidade, passando de 95% para quase 98%. O conhecimento adquirido na pesquisa e na prática aliado a formação continuada junto à faculdade Tecnológica em Fabricação Mecânica contribuiu para a realização deste trabalho e o crescimento profissional.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Viscosidade cinemática**, NBR 14358 (ASTM D-2270): 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 11349 (ASTM D-97) - **Produto de petróleo** - Determinação do ponto de fluidez, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 14248 - **Produtos de petróleo** - Determinações do número de acidez e de basicidade - Método do indicador, 2004.

BANNISTER, Kenneth. **Lubrication for Industry**, 1. ed, Nova York: Hardcover Industrial Press Incorporation, USA, 1996.

BELINELLI, Marjorie. **Desenvolvimento de um sistema informatizado aplicado à gestão de planos preventivos de lubrificação industrial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2011.

CANCHUMANI, G. A. Lovón. **Óleos lubrificantes usados**: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no brasil. Trabalho de Diplomação apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Planejamento Energético - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CARRETEIRO, R.; BELMIRO, P. N.. **Lubrificante e Lubrificação industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

CASTELLA, M. César. **Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Santa Catarina, 2001.

FILHO, Gil Branco. **Planejamento e controle de manutenção**: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção. 2004, ABRAMAN.

GEBARIN, Sabrin. **The Basics of Food-grade Lubricants**. Machinery Lubrication Magazine, January 2009.

GEREMIA, C. Fernando. **Desenvolvimento de programa de gestão volta à manutenção das máquinas e equipamentos e ao melhoramento de processos de manufatura fundamentado nos princípios básicos do Total Productive Maintenanc (TPM)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Rio Grande do Sul, 2001.

HODSON, Debbie; CASSIDA, Shell. **Food-grade Lubricants Reduce Contamination Threats for Food and Beverage Manufacturers**, Machinery Lubrication Magazine, January, 2004.

KUNG, Pamela R. **Validation and Verification of HACCP Plans in Retail Food Establishments: A Course for Retail Food Regulators**, Massachusetts Department of Public Health, 2003

LANSDOWN, A.R. **Lubrication and Lubricant Selection: A Practical Guide**, 2ed., 2004.

MOUBRAY, J. **Gerenciamento de Manutenção: um novo paradigma**. São Paulo: SQL Systems Brasil Ltda. 1997. 21p.

MUASSAB, J. R. **Gerenciamento da Manutenção na Indústria Automobilística**, Taubaté. Monografia – Universidade de Taubaté. 2002.

NEALE, Michael J. **Lubrication and Reliability Handbook**, Boston(USA), Oxford (England), Auckland, Johannesburg (South Africa), Melbourne (Australia), New Delhi, Published by Butterworth-Heinemann, 2001.

RODRIGUES, Alexson; SANTOS, R. Gomes. **Desenvolvimento de um programa de manutenção para as máquinas da empresa Flessak eletro industrial ltda**. Trabalho de Diplomação apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo, do Curso de Manutenção Industrial - Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2012.

TOTTEN, George. **Handbook of Lubrication and Tribology: Application and Maintenance**, Portland, U.S.A, Vol. I, 2 nd Edition, 2006.

ZANINI, G. de Melo. **Graxas Lubrificantes: Tipos, Classificação e Desempenho**. Trabalho de Diplomação apresentada como requisito parcial. Universidade Estadual Paulista - UNESP, São Paulo, 2010.

ANEXO 1 - Plano de lubrificação do manual da kampf Conslit

8.3.1 3 pontos de lubrificação										
Pos.	Quantidades de pontos de lubrificação	Denominação do ponto de lubrificação	Volume a complementar Óleo (l/ Graxa (g))	Intervalo de lubrificação em horas operacionais		Marcação de lubrificantes		ISO-VG Classe de viscosidade DIN 51.519	Viscosidade e mm ² /s (cSt) em 40 °C	vide na instrução de operação em ???
				primeiro	demais	conforme DIN	conforme ISO			
1	2	Cabeçote de fixação no desenrolamento		5 000	5 000					8,4 + 11
2	2	Pinça de freio no desenrolamento		2000	2000					11
3	1	Moto redutor no desenrolamento para deslocamento lateral dos braços de desenrolamento	0,23 l	10 000	10 000			VG 220	220	8,4 + 11
4	2	Fuso de rosca no desenrolamento para deslocamento lateral dos braços de desenrolamento	cada 4 g	500	500	K2K -20	L-XBCCA2			8,1 + 11
5	8	Guia de cilindro lineares no desenrolamento para deslocamento lateral dos braços de desenrolamento	cada 2,2 g	500	500					8,4
6	2	Guia de cilindro lineares no desenrolamento para deslocamento lateral do desenrolamento completo (dianteiro)	cada 2,2 g	500	500					8,4
7	2	Guia de cilindro lineares no desenrolamento para deslocamento lateral do desenrolamento completo (traseiro)	cada 2,2 g	500	500					8,4

Fonte: Kampf Machinery

ANEXO 2 - Plano de lubrificação do manual da kampf Conslit

Pos.	Quantidades de pontos de lubrificação	Denominação do ponto de lubrificação	Volume a complementar Óleo (l)/ Graxa (g)	Intervalo de lubrificação em horas operacionais		Marcação de lubrificantes		ISO-VG Classe de viscosidade DIN 51.519	Viscosidade e mm ² /s (cSt) em 40 °C	vide na instrução de operação em ???
				primeiro	demais	conforme DIN	conforme ISO			
8	2	Niple de lubrificação no cabeçote articulado dos cilindros hidráulicos para o dispositivo de levantamento para dentro no desenrolamento	2 g	5000	5000	K2K -20	L-XBCCA2			8.1
9	1	Agregado hidráulico	12 l	10 000	10 000	HLP 46	L-HM 46	VG 46	46	8.1 + 11
10	1	Engrenagem de rosca sem fim para o cilindro de alargamento de largura Lubrificado para a vida útil								11
11	1	Cilindro de alargamento na largura	4 g	10 000	10 000	K3K -20	L-XBCCA2			8.1
12	1	Pinça de freio no dispositivo de cilindro de transporte		2000	2000					11
13	1	Niple de lubrificação no ponto de mancal no eixo de lâminas inferiores	8 g	1 000	1 000	K2K -20	L-XBCCA2			8.1
14	1	Alimentação de ar girável, eixo de lâminas inferiores Lubrificado para a vida útil								11
15	1	Niple de lubrificação no cilindro de fechamento para o eixo de lâminas inferiores	5 g	5 000	5 000	K2K -20	L-XBCCA2			8.1
16	2	Guia de cilindro linear encosto dispositivo de eixo de lâminas superiores	cada 2,2 g	2000	2000					8.4

Fonte: Kampf Machinery

ANEXO 3 - Plano de lubrificação do manual da kampf Conslit

Pos.	Quantidades de pontos de lubrificação	Denominação do ponto de lubrificação	Volume a complementar Óleo (l)/ Graxa (g)	Intervalo de lubrificação em horas operacionais		Marcação de lubrificantes		ISO-VG Classe de viscosidade DIN 51.519	Viscosidade e mm ² /s (cSt) em 40 °C	vide na instrução de operação em ???
				primeiro	demais	conforme DIN	conforme ISO			
17	2	Guia de cilindro linear no posicionamento automático das lâminas inferiores	cada 2,2 g	500	500					8.4
18	2	Guia de cilindro linear no posicionamento automático das lâminas superiores	cada 2,2 g	500	500					8.4
19	4	Guia de cilindro linear no enrolamento WS I	cada 2,2 g	2000	2000					8.4
20	4	Guia de cilindro linear no enrolamento WS II	cada 2,2 g	2000	2000					8.4
21	2	Niple de lubrificação no ponto de mancal eixo de enrolamento	5 g	5 000	5 000	K2K -20	L-XBCCA2			8.1
22	2	Alimentação de ar girável, eixos de enrolamento Lubrificado para a vida útil								11
23		Fricções de esferas								8.4 + 8.5
24	4	Guia de cilindro linear no descarregador de rolos prontos	cada 4,7 g	2000	2000					8.4
25	2	Corrente de rolos para o descarregador		2000	2000	HD 30		SAE 30	100	8.4 + 11
26	2	Moto redutor para o descarregador de rolos prontos	0,2l	1 500	10 000			VG 220	220	8.4 + 11

Fonte: Kampf Machinery

ANEXO 4 - Plano de lubrificação do manual da kampf Conslit

Pos.	Quantidades de pontos de lubrificação	Denominação do ponto de lubrificação	Volume a complementar Óleo (l)/ Graxa (g)	Intervalo de lubrificação em horas operacionais		Marcação de lubrificantes		ISO-VG Classe de viscosidade DIN 51.519	Viscosidade e mm ² /s (cSt) em 40 °C	vide na instrução de operação em ???
				primeiro	demais	conforme DIN	conforme ISO			
27	2	Transmissão de rosca de esferas para o descarregador de rolos prontos	Cada 4 g	500	500					8.4 + 11
28	2	Transmissão de rosca de esferas para o reajuste da travessa de enrolamento no dispositivo de giro para fora	cada 10 g	500	500					8.4 + 11
29	2	Engrenagem planetária para o acionamento de giro Lubrificado para a vida útil!								11
30	8	Guia de cilindro linear no apoio no centro	cada 2,2 g	2000	2000					8.4
31	22	Guia de cilindro linear na ajuda de posicionamento de luvas	cada 0,4 g	2000	2000					8.4
32	1	Unidade de manutenção		1000	1000					11
33	4	Guia de cilindro linear no carrinho de retrada	cada 2,2 g	2000	2000					8.4

Fonte: Kampf Machinery

APÊNDICE I - Planilha de plano de lubrificação de autoria própria

Planilha de lubrificação "Kampf Conslit" - Desenroladeira - Área A.										Emissão: 23/05/2017	
										Elaboração: Renan Soares	
Área	Item	Descrição	Nº Pontos	Lubrificante	Frequência	Quant./ Bombada	Procedimento	Utensílio	Tempo (min.)	Máquina Parada Rodando	
DESENROLADEIRAS - ÁREA A.	1	Cabecote de fixação	2	Graxa base lítio consist. 2	8 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada	
	2	Pinça de freio	2	Graxa líquida de consist. 000	12 semanas	1 Acionamento longo	Lubrificar	Spray	10	Parada	
	3	Moto redutor para deslocamento lateral dos braços	1	Óleo VG 220	46 semanas	230ml	Trocar óleo	Jarro/almotolia	30	Parada	
	4	Fuso de rosca para deslocamento lateral dos braços	2	Graxa base lítio consist. 2	8 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	5	Parada	
	5	Fuso de fechamento do braço	8	Graxa líquida de consist. 000	8 semanas	1 Acionamento longo	Lubrificar	Spray	4	Parada	
	6	Guia de cilindro lineares para deslocamento lateral do braços	2	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	3g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando	
	7	Guia de cilindro lineares para deslocamento lateral completo(traseiro)	2	Graxa líquida de consist. 000	12 semanas	1 Acionamento longo	Lubrificar	Spray	4	Rodando	
	8	Niple de lubrificação no cabecote articulado dos cilindros	1	Graxa base lítio consist. 2	16 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	3	Parada	
	9	Reservatório hidráulico	1	Óleo VG 46	46 semanas	12l	Trocar óleo	Jarro/almotolia	30	Parada	
	10	Engrenagem de rosca sem fim	1	Graxa base lítio consist. 2	6 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada	
	11	Cilindro de alargamento de largura	1	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	5	Rodando	
	12	Pinça de frio do cilindro de transporte	1	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	5	Parada	
	13	niple de lubrificação no mancal do eixo de lâminas inferiores	1	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	8g	Lubrificar	Pistola graxeira	5	Parada	
	14	Alimentação de ar girável, eixo de lâminas inferiores	1	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	5	Parada	
	15	Niple de lubrificação do cilindro de fechamento para eixo de lâminas inferiores	1	Graxa base lítio consist. 2	16 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	3	Parada	
	16	Guia do cilindro linear do encosto do eixo de lâminas superiores	2	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando	
	17	Guia de cilindro linear no posicionamento automático das lâminas inferiores	2	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando	
	18	Guia de cilindro linear no posicionamento automático das lâminas superiores	2	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando	
















Fonte: Do Autor

APÊNDICE 2 - Planilha de plano de lubrificação de autoria própria

Planilha de lubrificação "Kampf Conslit" - Desenroladeira - Área A.								Emissão: 23/05/2017		
								Elaboração: Renan Soares		
Área	Item	Descrição	Nº Pontos	Lubrificante	Frequência	Quant./ Bombada	Procedimento	Utensílio	Tempo (min.)	Máquina Parada Rodando
ENROLADEIRA - ÁREA B	19	Guia do cilindro linear 1	4	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	20	Guia do cilindro linear 2	4	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando
	21	Niple de lubrificação no mancal do eixo	2	Graxa base lítio consist. 2	16 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	3	Parada
	22	Alimentação de ar girável dos eixos	2	Graxa base lítio consist. 1	8 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	23	Fricções de esferas		Graxa líquida de consist. 000	6 semanas	1 Acionamento longo	Lubrificar	Spray	4	Parada
	24	Guia de cilindro linear de rolos prontos	4	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando
	25	Corrente de rolos	2	Graxa líquida de consist. 000	8 semanas	1 Acionamento longo	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	26	Moto redutor dos rolos prontos	2	Óleo VG 220	46 semanas	210ml	Trocar óleo	Jarro/almotola	30	Parada
	27	Transmissão de rosca de esferas para rolos prontos	2	Graxa base lítio consist. 2	8 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	28	Transmissão de rosca de esferas para reajuste da travessa	2	Graxa base lítio consist. 2	8 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	29	engrenagem planetária para o acionamento de giro	2	Graxa base lítio consist. 2	8 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	30	Guia de cilindro linear de apoio no centro	8	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada
	31	Guia de cilindro linear na ajuda de posicionamento de lvas	22	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando
32	Unidade de manutenção	1	Graxa base lítio consist. 2	26 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Parada	
33	Guia de cilindro linear no carrinho de retirada	4	Graxa base lítio consist. 2	12 semanas	4g	Lubrificar	Pistola graxeira	4	Rodando	

Fonte: Do Autor

APÊNDICE 3 - Lista de cores para lubrificantes

Lista de Lubrificantes						
Cód. Estoque	Descrição do Lubrificante		Descrição da Cor	Pantone	Cor	
4.129.078-0	GRAXA LÍQUIDA SPRAY (CORREIAS)		GRAU ALIMENTÍCIO	Marron	7623 C	
4.129.071-2	GRAXA BASE LÍTIO CONSISTÊNCIA. 00		GRAU ALIMENTÍCIO	Verde escuro	7479 C	
4.159.004-0	GRAXA BASE LÍTIO CONSISTÊNCIA. 2		GRAU ALIMENTÍCIO	Turquesa	298 C	
4.129.078-1	OLEO PARA COMPONENTES HIDRÁULICO MR 20			Laranja	164 C	
4.129.078-2	GRAXA PARA TRABALHOS EXTREMOS E ALTA TEMPERATURA		GRAU ALIMENTÍCIO	Verde Claro	7479 C	
4.159.004-2	GRAXA BASE LÍTIO CONSISTÊNCIA. 1		GRAU ALIMENTÍCIO	Violeta	7657 C	
4.129.078-3	GRAXA PARA CONTATOS ELÉTRICOS			Ouro	146 C	
4.159.004-3	DESENGRIPANTE SPRAY		GRAU ALIMENTÍCIO	Amarelo	3965 C	
4.129.078-4	GRAXA PARA ROLAMENTOS DE MOTORES ELÉTRICOS			Preto	5395 C	

PARA PEGAR OS LUBRIFICANTES É NECESSÁRIO A REQUISIÇÃO DE MATERIAL DEVIDAMENTE PREENCHIDA E COM CENTRO DE CUSTO DA MÁQUINA QUE SERÁ UTILIZADO O LUBRIFICANTE. ESTES LUBRIFICANTES SE ENCONTRAM NO ALMOXARIFADO DE MANUTENÇÃO.

Fonte: Do Autor

Editora
FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI
LONDRINA - E-tec- V3-2018