

ETEC CEL FERNANDO FEBELIANO DA COSTA

NOMES DOS PARTICIPANTES

**Davi Lupi
Felipe Olaya
Gabriel Gallo
Luis Polli
Matheus Souza**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**REFORMA DA PINTURA E INSTALAÇÃO DE SISTEMA SEGURANÇA –
TORNO CONVENCIONAL**

PIRACICABA - SP

2024

ETEC CEL FERNANDO FEBELIANO DA COSTA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**REFORMA DA PINTURA E INSTALAÇÃO DE SISTEMA
SEGURANÇA – TORNO CONVENCIONAL**

Trabalho de conclusão de curso para obtenção do certificado do Curso Mtec Etim Técnico em Mecânica da ETE Fernando Febeliano da Costa, sob orientação do prof. Antonio Frederico Simioni.

PIRACICABA – SP

2024

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso contou com o auxílio de diversas pessoas, dentre as quais agradecemos.

Ao nosso professor orientador que durante o ano nos acompanhou pontualmente durante o projeto, dando o auxílio necessário para a elaboração dele.

Aos professores do curso de Mecânica que através dos seus ensinamentos permitiram que pudéssemos concluir esse trabalho.

E aos nossos familiares que nos incentivaram a cada momento e não permitiram que desistíssemos do curso e do projeto.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como foco a reforma dos tornos mecânicos da oficina da ETEC Coronel Fernando Febeliano da Costa, com o objetivo de melhorar a segurança e prolongar a vida útil desses equipamentos. Utilizados há mais de 30 anos sem manutenção preventiva, muitos dos tornos encontram-se desgastados e inoperantes, o que compromete tanto a qualidade das aulas práticas quanto a segurança dos alunos e professores.

O projeto inclui a pintura industrial das máquinas e a instalação de um sistema de segurança para detectar situações de risco e interromper o funcionamento dos tornos. A pintura industrial aplicada envolve um processo de preparação, incluindo limpeza, lixamento, aplicação de primer anticorrosivo e demãos de tinta resistente, o que protege os tornos contra corrosão e agentes desgastantes comuns no ambiente de oficina. Este trabalho também destaca a importância da implementação de um programa de manutenção preventiva, que prevê inspeções periódicas para preservar o estado dos tornos e evitar falhas futuras.

A proposta de reforma visa criar um ambiente seguro e eficiente, contribuindo para o desenvolvimento técnico dos alunos e garantindo que os equipamentos permaneçam funcionais para as futuras gerações. Em resumo, o trabalho apresenta uma solução prática e segura para a conservação dos tornos mecânicos da oficina, elevando a qualidade do aprendizado e promovendo uma cultura de segurança e manutenção nas oficinas escolares.

ABSTRACT

This Course Completion Project (TCC) focuses on the restoration of the mechanical lathes in the workshop at ETEC Coronel Fernando Febeliano da Costa, with the aim of improving safety and extending the useful life of these machines. Having been in use for over 30 years without preventive maintenance, many of the lathes are worn and inoperative, compromising both the quality of practical lessons and the safety of students and teachers.

The project includes the industrial painting of the machines and the installation of a safety system to detect hazardous situations and stop the lathes' operation. The applied industrial painting process involves preparation steps such as cleaning, sanding, application of an anti-corrosion primer, and coats of durable paint, which protects the lathes from corrosion and other common wear agents in the workshop environment. This work also highlights the importance of implementing a preventive maintenance program, which includes periodic inspections to maintain the lathes' condition and prevent future failures.

The proposed restoration aims to create a safe and efficient environment, contributing to students' technical development and ensuring that the equipment remains functional for future generations. In summary, this project presents a practical and safe solution for the conservation of the workshop's mechanical lathes, enhancing the quality of learning and promoting a culture of safety and maintenance in school workshops.

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	5
2.	Histórico do uso dos tornos na oficina.....	6
3.	Normas Regulamentadoras e de Segurança.....	9
3.1.	NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.....	9
3.2.	ABNT NBR 6171 – Tornos Mecânicos.....	10
3.3.	NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.....	10
3.4.	ISO 55000 – Gestão de Ativos.....	10
4.	Manutenção de Equipamentos: Corretiva, Preventiva e Preditiva.....	11
4.1.	Manutenção Corretiva.....	11
4.2.	Manutenção Preventiva.....	11
4.3.	Manutenção Preditiva.....	12
4.4.	Implementação de um Programa de Manutenção Preventiva para os Tornos.....	12
4.5.	Cronograma de Manutenção Preventiva.....	13
5.	Pintura Industrial.....	14
5.1.	Vantagens da Pintura Industrial.....	14
5.2.	Processo de Aplicação da Pintura Industrial.....	15
5.3.	Importância da Pintura Industrial para a Durabilidade e Segurança dos Equipamentos.....	16
6.	Metodologia e Pintura.....	17
7.	Micro Switch Chave Fim de Curso.....	19
7.1.	Instalação no Torno.....	20
7.2.	Chapa calandrada.....	22
8.	Conclusão e Resultados.....	23
9.	Referências Bibliográficas.....	24

1. Introdução

A segurança no ambiente de trabalho industrial é uma prioridade fundamental, pois envolve a preservação da integridade física dos trabalhadores e a prevenção de acidentes que podem resultar em danos materiais significativos. No contexto de uma indústria, onde a utilização de máquinas e equipamentos é intensiva, a implementação de medidas de segurança eficazes é crucial. Este trabalho de conclusão de curso (TCC) propõe a reforma de pintura e a instalação de um sistema de segurança que desarma o funcionamento das máquinas em situações de risco. A reforma de pintura das máquinas não é apenas uma questão estética; ela desempenha um papel vital na manutenção e na operação segura dos equipamentos. A aplicação de tintas específicas pode, por exemplo, proteger contra corrosão, facilitar a identificação visual de áreas críticas e garantir a conformidade com normas de segurança.

Após o término da pintura, a instalação de sistemas de segurança que desarmam o funcionamento das máquinas ao detectar condições perigosas é uma estratégia preventiva essencial. Esses sistemas, que podem incluir sensores, chaves de segurança e controles de emergência, são projetados para interromper imediatamente a operação em caso de falha ou risco iminente, minimizando a possibilidade de acidentes.

Vale ressaltar que tanto a reforma, quanto a instalação, serão realizadas na oficina escola ETEC CEL FERNANDO FEBELIANO DA COSTA durante o período letivo dedicado para a realização do TCC, junto do auxílio dos orientadores educacionais. A atribuição de atividades e responsabilidades foi dívida para realizar atividades operacionais do projeto; cuidar da organização e realização do andamento da parte escrita e teórica do trabalho.

2. Histórico do uso dos tornos na oficina

Os tornos mecânicos da ETEC CEL. Fernando Febeliano da Costa desempenham um papel fundamental na formação técnica dos alunos ao longo de mais de três décadas. Esses equipamentos são utilizados diariamente nas aulas práticas da oficina, sendo uma peça-chave no ensino de técnicas de usinagem e na capacitação dos estudantes para o mercado de trabalho. No entanto, embora os tornos tenham uma longa história de uso, sendo o próprio auxiliar educacional Mauro, eles nunca passaram por um processo de manutenção preventiva adequado. Isso resultou em uma deterioração significativa de muitos dos equipamentos, levando à inoperância de vários deles e à necessidade urgente de intervenções para garantir sua preservação e segurança no uso. A falta de manutenção preventiva não só compromete o funcionamento das máquinas, mas também expõe os equipamentos ao desgaste acelerado, especialmente em relação à sua pintura, que desempenha um papel crucial na proteção contra fatores ambientais e químicos, como a umidade, a exposição a óleos e a poeira gerada durante o processo de usinagem. Sem uma camada adequada de pintura, as superfícies dos tornos ficam suscetíveis à corrosão e à oxidação, o que pode comprometer componentes vitais, reduzir sua vida útil e aumentar os custos de reparo ou substituição. Segue a seguir uma foto do estado de uma das máquinas em questão, antes da reforma.

Figura 1 – Torno antes da reforma



Fonte: Gallo, Gabriel (2024)

Atualmente, muitos dos tornos da oficina da escola técnica em questão encontram-se em estado avançado de degradação, com áreas significativas da pintura desgastadas ou corroídas. Essa condição não só afeta o desempenho das máquinas, como também traz riscos de segurança para os alunos e docentes que as utilizam. Equipamentos malconservados podem apresentar falhas inesperadas, colocar em risco a integridade física dos usuários e comprometer o processo de ensino-aprendizagem. Diante dessa situação, a proposta de reforma na pintura dos tornos surge como uma ação indispensável para prolongar a vida útil dos equipamentos ainda recuperáveis e, ao mesmo tempo, melhorar o ambiente da oficina. A reforma inclui o tratamento adequado das superfícies, com a remoção da ferrugem e o uso de primers anticorrosivos, seguidos por camadas de tinta industrial resistente. Esse processo não apenas devolverá aos tornos uma aparência renovada, mas também garantirá uma proteção duradoura contra futuros desgastes, especialmente considerando o uso intenso e contínuo das máquinas na formação técnica. Além disso, a reforma na pintura é parte de um esforço maior para conscientizar sobre a importância da manutenção preventiva nas oficinas escolares.

A implementação de um plano de manutenção regular, que inclua inspeções periódicas e pequenas intervenções preventivas, pode evitar que problemas semelhantes ocorram no futuro, garantindo que as máquinas permaneçam em bom estado de funcionamento por muitos anos. Isso, por sua vez, permitirá que as futuras gerações de estudantes tenham acesso a equipamentos seguros e funcionais, essenciais para o desenvolvimento de suas habilidades práticas. Em resumo, a reforma na pintura dos tornos da ETEC CEL. Fernando Febeliano da Costa não é apenas uma questão estética, mas uma medida crucial para manter o funcionamento seguro e eficiente das máquinas. Com a realização dessa reforma, a escola assegura que seus tornos continuarão a desempenhar seu papel na formação de novos técnicos, preservando um patrimônio de ensino valioso e contribuindo para a melhoria das condições de aprendizado na oficina mecânica.

3. Normas Regulamentadoras e de Segurança

Como já mencionado anteriormente a ideia da reforma na pintura vai muito além de uma promoção estética e funcional dos tornos em questão, o objetivo principal aqui é implementar e promover as melhores práticas no ambiente de aprendizado dos alunos, mantendo uma obrigação regulatória para manter os equipamentos em conformidade com a legislação vigente das normas regulamentadoras e de segurança profissional. Entre as principais regulamentações responsáveis por nortear a conservação e a segurança no uso de máquinas estão as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego e normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Essas normativas exigem que os tornos passem pelo processo de reforma e segurança que dão nome ao trabalho.

Com base nisso, nesse capítulo serão abordados os itens mais relevantes para a reforma da pintura e conservação dos tornos mecânicos da oficina, destacando a obrigatoriedade de sua aplicação para manter a proteção dos alunos e docentes, além da conformidade com os regulamentos técnicos. Não a uma norma regulamentadora para pintura industrial. Mas pode-se encontrar diversas normas relevantes para a área, que tratam das medidas de segurança e saúde como um todo.

3.1. NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

A Norma Regulamentadora 12 (NR-12), expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), define diretrizes para garantir a segurança na utilização de máquinas e equipamentos, incluindo tornos mecânicos. A NR-12 determina que as máquinas sejam mantidas em condições seguras de funcionamento, o que engloba a manutenção constante, a preservação da estrutura e a existência de sistemas de segurança. A norma também estabelece que equipamentos com indícios de desgaste, corrosão ou defeitos na pintura que possam colocar em risco a segurança dos operadores devem ser reparados ou retirados de funcionamento até que estejam em condições apropriadas para uso. Segue abaixo o artigo 12.1 retirado da própria norma:

"Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do

trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos."

3.2. ABNT NBR 6171 – Tornos Mecânicos

Esta norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) define características técnicas e critérios de segurança para tornos mecânicos. Ela também discute temas ligados à manutenção e preservação dos tornos, como a proteção contra a corrosão e a utilização de materiais apropriados para a pintura e preservação das superfícies.

3.3. NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

Apesar de ser direcionada à indústria da construção, a NR-18 aborda aspectos de manutenção de máquinas e equipamentos empregados em ambientes industriais e oficinas. Isso inclui a responsabilidade de manter os equipamentos em bom estado de conservação, realizando manutenções preventivas e corretivas, além de questões de segurança que envolvem a utilização de proteção e sinalização apropriadas.

3.4. ISO 55000 – Gestão de Ativos

As normas internacionais da série ISO 55000 abrangem a gestão de ativos, incluindo a manutenção preventiva de máquinas e equipamentos. Apesar da norma ser mais ampla, ela enfatiza a relevância de ações preventivas para estender a vida útil dos equipamentos e assegurar que eles funcionem de maneira segura.

4. Manutenção de Equipamentos: Corretiva, Preventiva e Preditiva

A manutenção de equipamentos industriais pode ser categorizada em três tipos principais: manutenção corretiva, preventiva e preditiva. Cada tipo possui características, objetivos e métodos específicos para garantir a funcionalidade e a segurança das máquinas, especialmente em ambientes de ensino técnico e industrial como a oficina de uma escola técnica. A seguir, descrevemos as diferenças entre esses tipos de manutenção e destacamos a importância de cada um no contexto da reforma e conservação dos tornos da ETEC Cel. Fernando Febeliano da Costa.

4.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva ocorre quando o equipamento apresenta uma falha ou problema que impede seu funcionamento adequado. Esse tipo de manutenção é reativo, pois as intervenções são realizadas somente após o surgimento de um defeito. Embora a manutenção corretiva possa ser inevitável em alguns casos, ela tende a ser mais dispendiosa e demorada, pois muitas vezes exige a substituição de peças e reparos mais complexos.

No caso dos tornos mecânicos, a manutenção corretiva é prejudicial ao desempenho das máquinas e à segurança dos usuários, uma vez que falhas inesperadas podem resultar em acidentes. Além disso, a ausência de um programa de manutenção preventiva aumenta a frequência de intervenções corretivas, expondo as máquinas a um desgaste acelerado.

4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é uma estratégia programada de intervenções regulares com o objetivo de evitar falhas e aumentar a durabilidade dos equipamentos. Esse tipo de manutenção é realizado independentemente do estado atual do equipamento, com base em um cronograma predeterminado. As intervenções incluem inspeções, lubrificações, substituição de componentes desgastados e outras medidas que reduzem a probabilidade de falhas.

A implementação de um programa de manutenção preventiva nos tornos da oficina da ETEC é crucial para preservar o bom funcionamento das máquinas e assegurar a segurança dos alunos. Além disso, a manutenção preventiva reduz custos a longo prazo,

uma vez que evita intervenções corretivas mais complexas e dispendiosas. Com um plano de manutenção preventiva, os tornos permanecerão em condições operacionais seguras, prolongando sua vida útil e reduzindo a necessidade de reparos emergenciais.

4.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva envolve o monitoramento contínuo das condições dos equipamentos por meio de técnicas e ferramentas de diagnóstico, como sensores e análises de vibração ou temperatura. Esse tipo de manutenção permite identificar problemas em estágio inicial, antes que eles comprometam o funcionamento do equipamento. A manutenção preditiva é realizada com base em dados concretos e específicos do desempenho do equipamento, sendo, portanto, uma abordagem altamente eficiente.

Embora a manutenção preditiva seja uma prática recomendada, ela exige uma infraestrutura mais avançada, com monitoramento e análise constante dos equipamentos. No contexto da oficina da ETEC, a manutenção preditiva poderia ser aplicada em conjunto com as manutenções corretiva e preventiva, permitindo um controle ainda mais eficiente sobre o estado dos tornos. No entanto, considerando os recursos limitados de uma oficina escolar, a manutenção preventiva ainda é a abordagem mais viável e eficaz.

4.4 Implementação de um Programa de Manutenção Preventiva para os Tornos

A adoção de um programa de manutenção preventiva é essencial para evitar a deterioração dos tornos da oficina e manter o ambiente seguro para os alunos e professores. Esse programa deve incluir inspeções periódicas, lubrificação de componentes móveis, limpeza e pequenos reparos que possam prevenir problemas maiores. Abaixo, sugerimos um cronograma de manutenção preventiva para os tornos da ETEC, com intervalos de tempo regulares para as atividades.

4.5 Cronograma de Manutenção Preventiva

Esse cronograma permite a execução de manutenções frequentes e abrangentes, prevenindo o desgaste prematuro dos tornos e promovendo um ambiente de aprendizado seguro e eficiente para os alunos.

Tabela 1 – Cronograma de Manutenção Preventiva

CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA			
ATIVIDADE	FREQUÊNCIA	RESPONSÁVEL	DESCRIÇÃO
Limpeza geral	Semanal	Alunos da Oficina	Remover resíduos de óleo, cavacos e sujeiras acumuladas nos tornos.
Inspeção Visual	Quinzenal	Alunos da Oficina	Verificar desgastes, trincas, vazamentos de óleo e condições dos componentes.
Lubrificação de componentes	Quinzenal	Orientadores Educacionais	Aplicar lubrificante em guias, mancais e outros componentes móveis.
Verificação de nivelamento	Mensal	Orientadores Educacionais	Corrigir o alinhamento e nivelamento do torno para evitar desgastes irregulares.
Aperto de fixações	Mensal	Orientadores Educacionais	Verificar e apertar parafusos e porcas que possam estar soltos.
Troca de óleo lubrificante	Trimestral	Orientadores Educacionais	Substituir óleo usado em partes móveis e sistemas hidráulicos, se aplicável.
Calibração de sistemas	Semestral	Orientadores Educacionais	Revisar sistemas de medição e garantir precisão nos cortes.
Revisão elétrica	Anual	Orientadores Educacionais	Avaliar cabos, conexões elétricas e motores para garantir segurança.

Fonte: Souza, Matheus 2024

5. Pintura Industrial

A pintura industrial é uma técnica essencial para a proteção de superfícies metálicas, especialmente do aço, que é amplamente utilizado na fabricação de máquinas e equipamentos industriais. Além de seu valor estético, a pintura industrial possui uma função protetiva fundamental, oferecendo uma barreira anticorrosiva que preserva o aço contra agentes corrosivos como umidade, produtos químicos e exposição constante ao uso industrial. Sem uma camada adequada de pintura, as superfícies metálicas tornam-se vulneráveis ao desgaste e à corrosão, o que acelera a degradação do material e reduz a vida útil dos equipamentos.

No caso dos tornos mecânicos da oficina da ETEC, a aplicação de uma pintura industrial de alta qualidade é indispensável. Além de renovar a aparência dos equipamentos, a pintura protege contra os fatores ambientais e operacionais que contribuem para a deterioração do metal, como o contato com óleos, partículas metálicas e poeira gerada durante os processos de usinagem.

5.1 Vantagens da Pintura Industrial

A pintura industrial oferece várias vantagens, que vão desde a facilidade de aplicação até a ampliação da vida útil dos equipamentos. Abaixo, estão os detalhes das principais vantagens dessa técnica:

- Fácil aplicação: A pintura industrial pode ser aplicada de maneira rápida e eficiente, com o uso de ferramentas comuns, como pincéis, rolos ou pistolas de pintura. Com a escolha adequada de materiais e técnicas, é possível realizar a aplicação em diferentes tipos de superfícies e em ambientes industriais variados.
- Facilidade de manutenção: Equipamentos com pintura industrial bem aplicada são mais fáceis de limpar e requerem menos manutenção ao longo do tempo. A pintura age como uma camada protetiva que repele sujeira e substâncias químicas, facilitando a higienização e reduzindo a necessidade de reparos constantes.
- Impermeabilização: A pintura industrial funciona como uma barreira que impede a infiltração de água e umidade, um dos principais fatores que aceleram a corrosão do aço. Com isso, a pintura protege as superfícies metálicas contra o contato com água e outros líquidos, garantindo maior durabilidade e segurança operacional.

- Melhoria estética: Além da funcionalidade, a pintura industrial contribui para a aparência visual do equipamento. Máquinas bem pintadas e conservadas demonstram cuidado e valorização do patrimônio, além de criar um ambiente mais agradável e profissional na oficina.
- Benefícios adicionais com tintas especiais: Com o uso de tintas industriais especializadas, é possível obter vantagens adicionais, como isolamento elétrico e redução acústica. Algumas tintas contêm propriedades isolantes que reduzem a propagação de eletricidade, ideal para ambientes onde há risco de descarga elétrica. Outras tintas, como as indicadoras de temperatura, podem mudar de cor quando o equipamento atinge uma faixa de temperatura específica, o que ajuda no monitoramento e controle do processo.
- Redução de perdas por evaporação: A aplicação de tintas claras e refletivas contribui não só para a proteção anticorrosiva, mas também para a redução da perda de líquidos voláteis por evaporação. Isso é especialmente importante em ambientes industriais onde o uso de líquidos e solventes é frequente, pois a camada refletiva diminui o aquecimento da superfície metálica, prevenindo a evaporação excessiva de substâncias.

5.2 Processo de Aplicação da Pintura Industrial

A aplicação da pintura industrial exige um processo cuidadoso para garantir a aderência e a eficácia da camada protetiva. O procedimento envolve etapas como a limpeza da superfície, o preparo com lixamento e a aplicação de primers anticorrosivos, antes da pintura final. Abaixo estão as principais etapas do processo de pintura industrial:

- Limpeza: O primeiro passo é a limpeza da superfície para remover óleos, graxas, poeira e outras impurezas que possam interferir na aderência da pintura. A limpeza é realizada com produtos desengraxantes e solventes apropriados para garantir que a superfície esteja completamente livre de contaminantes.
- Lixamento e tratamento de superfície: Em seguida, a superfície metálica é lixada para remover ferrugem e preparar o material para o primer. O lixamento aumenta a aderência da pintura e uniformiza a superfície, permitindo uma aplicação mais eficiente e duradoura.
- Aplicação do primer anticorrosivo: O primer é uma camada inicial de proteção, que garante a aderência da tinta e proporciona uma primeira barreira contra a corrosão. O primer deve ser escolhido de acordo com o tipo de metal e as condições de uso do equipamento.

- Pintura final: Com o primer devidamente seco, inicia-se a aplicação da tinta industrial. Dependendo da necessidade, podem ser aplicadas várias demãos para garantir uma cobertura uniforme e durável. As tintas utilizadas devem ser específicas para ambientes industriais, como tintas epóxi ou poliuretano, que possuem alta resistência a impactos e produtos químicos.
- Acabamento e secagem: Após a aplicação da última camada, é necessário um período de secagem para garantir que a pintura se fixe adequadamente. O acabamento garante que a superfície pintada esteja livre de imperfeições, proporcionando a máxima proteção ao equipamento.

5.3 Importância da Pintura Industrial para a Durabilidade e Segurança dos Equipamentos

A pintura industrial desempenha um papel fundamental na manutenção e segurança dos equipamentos. Em oficinas como a da ETEC, onde os tornos mecânicos são usados intensamente por alunos e professores, a pintura industrial protege as superfícies metálicas contra o desgaste acelerado e contra as agressões diárias do ambiente. Essa proteção é essencial para preservar a integridade estrutural dos equipamentos e para evitar acidentes que poderiam ser causados por máquinas corroídas ou desgastadas.

Além disso, a implementação de uma pintura industrial de alta qualidade reforça a cultura de manutenção preventiva. Ao garantir que os tornos estejam devidamente protegidos contra a corrosão e desgaste, a escola promove a conservação dos equipamentos a longo prazo e assegura um ambiente de aprendizado seguro e eficiente para as próximas gerações de alunos.

Em resumo, a pintura industrial não é apenas uma camada estética, mas sim uma técnica de proteção que assegura a durabilidade, a funcionalidade e a segurança dos equipamentos industriais.

6. Metodologia e Pintura

A metodologia deste trabalho envolve um processo detalhado de reforma na pintura dos tornos. Inicialmente, foi feito um diagnóstico do estado atual das máquinas, ao documentar os danos visíveis, como áreas corroídas ou desbotadas. Em seguida, materiais como tintas industriais (à base de epóxi ou PU), lixas, desengraxantes e primers anticorrosivos serão escolhidos com base em suas propriedades de resistência. O processo de reforma incluirá várias etapas, já citadas anteriormente na seção 5.

As operações se iniciaram dia 23 de agosto de 2024, e antes da pintura propriamente dita, foi necessário desmontar a placa do torno 11 (o escolhido como primeiro, dos três que seriam pintados) e realizar a operação de lixamento em toda a superfície do torno, com o objetivo de remover a tinta desgastada que já estava empregada no maquinário. Em recipientes separados, a tinta foi misturada à água e a partir disso a pintura foi iniciada. A pintura completa do torno 11, foi realizada em 3 semana, sendo em cada uma delas, uma de mão de tinta.

Em primeira instancia foi feito a limpeza e o lixamento do torno, no qual se utilizou querosene e lixas com 3mm de espessura de desgaste. Em seguida, foram divididas partes da máquina para a pintura. As regiões maiores do torno foram responsáveis por dar início as operações de pintura, partes mais brucas foram pintadas com o rolo e pinceis maiores. Já em seguida foram pintadas as partes de maiores dificuldades – como parte interna do carro principal – que tinha que revestir com fitas para não manchar outras partes, isso ainda com os pinceis maiores.

Por fim, foram utilizados micro pinceis para preencher as partes de difíceis acessos que não foram tingidos. E para preencher as partes internas com cautela para não correr o risco de comprometer fiações ou informações do torno. Esse processo se ocorreu durante 3 sextas feiras, na primeira ocorreu o processo de limagem, limpeza e a primeira de mão que ficou bem rala.

Na segunda sexta o processo se repete, pinceis maiores e rolo para as partes mais rígidas, pinceis e fitas para as partes com maiores atenção e micro pinceis para a partes mais delicadas. Na terceira sexta, quando se finalizou a pintura o processo se repetiu.

Porém, na última de mão foi dada uma maior atenção. Após a última passada de tinta, se esperou secar e foram feitos os retoques nas partes que ainda não tinham ficado cem por cento pintada. Após o término, foram feitas as montagens das peças e utensílios retirados para o torno voltar a funcionar novamente nas aulas práticas.

Figura 2 – Torno 11 após pintura



Fonte: Gallo, Gabriel 2024

7. Micro Switch Chave Fim de Curso

Para implementação do sistema de segurança, foi realizada a compra de um Micro Switch Chave Fim de Curso. Também chamado de O sensor de fim de curso ou interruptor de fim é um dispositivo amplamente utilizado por profissionais especializados em comandos elétricos.

A chave de fim de curso é um dispositivo eletromecânico projetado para detectar quando um motor ou outra estrutura associada ao seu eixo atinge o limite de seu campo de operação, ou seja, chega ao final de seu curso. Esse dispositivo é acionado com uma força externa mínima, possui baixo custo e é altamente eficiente, sendo capaz de operar repetidamente em um circuito. Em média, a vida útil de uma chave de fim de curso supera 1 milhão de ciclos, podendo alcançar até 10 milhões de ciclos, dependendo do modelo. Ela é composta por três elementos principais:

- Caixa
- Contato
- Atuador

A caixa é a estrutura que pode ser feita de material metálico ou plástico, dependendo do modelo da chave. Sua função é abrigar os contatos e o atuador, mantendo o conjunto da chave de fim de curso devidamente protegido e unido. O contato, presente na chave de fim de curso, geralmente é do tipo normalmente fechado (NF), embora existam modelos com contatos normalmente abertos (NA). Esse contato é utilizado no circuito para interromper ou acionar outro dispositivo sempre que a chave de fim de curso for ativada. O atuador é o componente da chave de fim de curso que recebe a força externa necessária para seu acionamento. Ele pode ser comparado a um interruptor de luz, onde a força externa seria a pressão aplicada para ligar ou desligar a lâmpada.

Na chave de fim de curso, o atuador pode assumir diferentes formatos, dependendo da aplicação, como:

- Pinos arredondados
- Pinos com roletes
- Alavancas com roletes
- Alavancas angulares com roletes
- Alavancas rotativas

Cada tipo de atuador é projetado para atender a diferentes necessidades operacionais, garantindo eficiência e precisão no acionamento.

Quando o atuador da chave de fim de curso é submetido a uma força externa, ele aciona o contato interno do dispositivo, que pode abrir ou fechar dependendo de sua configuração. Esse contato está integrado em um circuito elétrico e altera seu estado de acordo com o projeto, permitindo ou interrompendo a passagem de corrente conforme necessário.

Existem diversos modelos de chaves de fim de curso, projetados para serem instalados em diferentes orientações de acionamento, como vertical, horizontal ou diagonal. Esses dispositivos têm ampla aplicação na indústria, sendo utilizados para indicar posicionamento, monitorar ou detectar componentes e etapas de máquinas ou processos. Na robótica, as chaves de fim de curso são empregadas para identificar obstáculos, como degraus e paredes, ou até mesmo como um mecanismo de segurança, evitando que motores sejam sobrecarregados. No cotidiano, um exemplo comum de aplicação são os sistemas de portões eletrônicos, onde atuam para controlar os limites de movimento.

As chaves de fim de curso possuem diversas aplicações, sendo algumas das mais comuns:

- Inversão de polaridade
- Circuito temporizado
- Mudança de estado ou função

7.1 Instalação no Torno

Realizamos a instalação de uma chave de fim de curso no torno, configurada no modo normal fechado (NF). Essa configuração foi escolhida para que a chave, ao ser acionada, interrompa o circuito do contator responsável pelo funcionamento do sistema. O circuito opera com uma fonte de acionamento de 24 V, garantindo segurança e eficiência no controle elétrico. Durante a instalação, utilizamos um cabo duplo com bitola de 2,5 mm², revestido por isolamento adequado para proteger a fiação contra danos externos e assegurar a durabilidade da instalação. A substituição do cabo antigo, que anteriormente realizava a ligação interrompida, eliminou a necessidade de emendas, contribuindo para uma conexão mais confiável e organizada. Essa abordagem foi planejada para garantir maior eficiência e segurança no sistema, minimizando falhas elétricas e otimizando o desempenho do torno. Além disso, o uso do contato normalmente fechado permite que o circuito seja interrompido automaticamente quando necessário, evitando sobrecargas e garantindo proteção ao equipamento e aos operadores.

Figura 3 – Chave Fim de Curso



Fonte: Souza, Matheus 2024

7.2 Chapa calandrada

Após a instalação do fim de curso, a proposta inicial era instalar chapas calandradas na região do carro principal, acima da castanha. No entanto, devido a restrições orçamentárias e dificuldades técnicas da equipe, a implementação não foi viável. Mesmo com o acesso ao material necessário para a usinagem da chapa, o processo não foi contemplado no escopo do curso, o que contrariava os objetivos do trabalho de conclusão. Como alternativa, cogitou-se a possibilidade de encomendar as chapas calandradas já usinadas e prontas, mas o alto custo envolvido inviabilizou a aquisição. Contudo, o fim de curso encontra-se em pleno funcionamento, e a instalação das chapas calandradas poderá ser considerada em breve, seja por outro grupo de alunos ou até por iniciativa da instituição.

8. Conclusão e Resultados

O presente trabalho demonstrou a importância de práticas de manutenção e reforma para a conservação e funcionalidade de máquinas utilizadas em ambientes educacionais, como os tornos mecânicos da Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa. Através da reforma realizada nos tornos, foi possível estabelecer um processo detalhado que envolveu desde o diagnóstico inicial, a seleção criteriosa de materiais, até a execução minuciosa de todas as etapas, incluindo limpeza, lixamento, pintura e montagem final.

A pintura foi concluída com sucesso, garantindo um acabamento uniforme e resistente, capaz de prolongar a vida útil do equipamento e preservar sua segurança durante as aulas práticas. Além disso, a instalação da chave de fim de curso representou um avanço no aspecto de segurança operacional, configurando-se como um importante acréscimo à funcionalidade do torno.

Embora algumas metas, como a instalação de chapas calandradas, não tenham sido atingidas devido a limitações orçamentárias e técnicas, o trabalho cumpriu seu principal objetivo de revitalizar o equipamento. A experiência adquirida pelos envolvidos durante o projeto reforça a relevância de integrar atividades práticas ao aprendizado, capacitando os alunos a enfrentarem desafios técnicos e a desenvolverem soluções para problemas reais.

Por fim, o projeto serviu como base para futuros aprimoramentos nos equipamentos da oficina e reforçou a necessidade de manutenção preventiva, garantindo que as máquinas continuem a atender às demandas pedagógicas da instituição com segurança e eficiência.

9. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos*. NBR ISO 9001:2015. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão ambiental – Requisitos*. NBR ISO 14001:2015. Rio de Janeiro, 2015.

BOSQUETTI, Péricles. *Estudo para redução de custos e otimização do processo de pintura de componentes industriais da empresa “CEI”*. Publicações Fatec, Sertãozinho. 2019.

CENTRO PAULA SOUZA. *Manual do Trabalho de Conclusão de Curso nas Etecs*. São Paulo, 2020.

SOARES, Isadora. Tipos de Manutenção: guia completo e atualizado. Cobli Blog, 2023. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/tipos-de-manutencao/>. Acesso em: 10 out. 2024.