

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

Etec SYLVIO DE MATTOS CARVALHO

Curso de Técnico em Eletrotécnica

Abraão Davi Salomão Golfetto Pereira

Leandro Lunardi de Oliveira

Lucas Teixeira de Lima

Luiz Eduardo Meneghel da Silva

Rafael Castilho Mossambani

Rafael Machado Natalin Ramos

Richard Aparecido Soronoque

Roberto Lucas Silva

Tiago Freitas Scheler Ricardo

Vitor Samuel Miranda

**MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ACIONAMENTO ELÉTRICO
EM TORNO CONVENCIONAL**

**Matão, SP
2025**

Abraão Davi Salomão Golfetto Pereira

Leandro Lunardi de Oliveira

Lucas Teixeira de Lima

Luiz Eduardo Meneghel da Silva

Rafael Castilho Mossambani

Rafael Machado Natalin Ramos

Richard Aparecido Soronoque

Roberto Lucas Silva

Tiago Freitas Scheler Ricardo

Vitor Samuel Miranda

**MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ACIONAMENTO ELÉTRICO
EM TORNO CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso Técnico em Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Sylvio de Mattos Carvalho, orientado pelo(a) Prof(a). Jocimar Fernando de Souza, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Eletrotécnica.

**Matão, SP
2025**

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de segurança elétrica para torno mecânico utilizado em ambiente escolar, com o propósito de reduzir riscos de acidentes e aprimorar as condições de operação do equipamento. A metodologia adotada envolveu o diagnóstico das condições iniciais do torno, a desmontagem e reforma do painel elétrico, seguida da instalação de dispositivos de segurança, como botões de emergência, sinalizadores luminosos e chave geral, além da reorganização dos circuitos conforme um diagrama de ligação previamente elaborado. O processo de montagem foi realizado de forma prática e didática, buscando compreender o funcionamento dos comandos elétricos e sua importância na proteção dos operadores e do maquinário. Os resultados obtidos demonstraram maior eficiência na operação e um aumento significativo na segurança do equipamento, garantindo respostas rápidas em situações de risco e melhor controle do sistema elétrico. Conclui-se que a implementação das melhorias propostas contribui para um ambiente de aprendizado mais seguro e funcional, incentivando a conscientização sobre a importância dos sistemas de segurança em máquinas industriais.

Palavras-chave: Sistema de segurança. Torno mecânico. Reduzir riscos. Painel elétrico. Sistema elétrico. Dispositivos de segurança.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	Objetivos	6
1.1.1	Objetivo geral	6
1.1.2	Objetivos específicos	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	Torno Mecânico	7
2.2	Sistemas de segurança	8
2.3	Comandos elétricos	9
2.3.1	Botão de emergência	10
2.3.2	Sinalizadores luminosos	11
2.3.3	Chave fim de curso	11
2.3.4	Botão de impulso on/off	12
2.3.5	Disjuntor geral	13
2.3.6	Disjuntor motor	13
2.3.7	Contatores	14
3	MATERIAIS UTILIZADOS	16
4	DESENVOLVIMENTO	18
4.1	Problemas encontrados	18
4.2	Pontos de instalação do sistema de segurança	18
4.3	Processo de desmontagem	22
4.4	Pintura	24
4.5	Furação	25
4.6	Instalação das botoeiras	27
4.7	Medição e furação do painel	27
4.8	Construção do painel elétrico	31
4.9	Desingraxante no torno	36
4.10	Fixação do painel dentro da caixa	37
4.11	Passagem dos cabos para o botão de emergência	37
4.12	Fiação dos sinaleiros e botão on/off	39
4.13	Ligação do painel elétrico	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O torno mecânico continua sendo uma das máquinas mais utilizadas em oficinas e indústrias metalmeccânicas, devido à sua versatilidade nos processos de usinagem (PRIOTO e MICHALOSKI, 2019). No entanto, muitos desses equipamentos ainda operam com painéis elétricos antigos, com fusíveis desgastados, cabos desorganizados e sem dispositivos básicos de segurança, o que aumenta o risco de acidentes (OLIVEIRA, 2018).

Estudos indicam que acidentes de trabalho com máquinas e equipamentos podem ocorrer por falha humana, pela não utilização de equipamentos de proteção ou pela ausência de adequação das máquinas às normas de segurança (PRIOTO e MICHALOSKI, 2019).

Nesse contexto, a modernização do painel elétrico por meio de retrofit surge como uma alternativa viável para prolongar a vida útil da máquina, aumentar a confiabilidade operacional e atender às normas de segurança aplicáveis. O retrofit em máquinas industriais consiste na atualização e modernização de sistemas elétricos existentes para incorporar novas tecnologias e práticas eficientes, visando melhorar o desempenho e a segurança do sistema (EXCLUSIVA ENGENHARIA, 2025).

Diante dessa realidade, é fundamental reforçar a proteção dos tornos, garantindo que os equipamentos utilizados na escola ofereçam condições adequadas de segurança. A instalação de dispositivos de segurança e de sinalização não é apenas um cuidado adicional, mas sim um requisito indispensável para proteger os alunos da Escola Técnica Estadual Sylvio de Mattos Carvalho durante as atividades práticas. Essas medidas permitem reduzir de forma expressiva os riscos de acidentes e, em muitos casos, até mesmo eliminá-los, criando um ambiente mais seguro e confiável para a aprendizagem.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste projeto consiste em realizar a modernização e otimização do sistema elétrico dos tornos mecânicos instalados na oficina da ETEC Sylvio de Mattos Carvalho.

1.1.2 Objetivos específicos

Promover a atualização dos sistemas de proteção elétrica dos tornos mecânicos, de modo a garantir maior segurança operacional e prevenir danos causados por curtos-circuitos e sobrecargas.

Integrar dispositivos de comando e sinalização, como botões de emergência, sinalizadores luminosos e botoeiras on/off, com a finalidade de otimizar o controle das operações e aumentar o nível de segurança operacional dos tornos mecânicos da oficina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Torno Mecânico

Os tornos mecânicos são máquinas utilizadas para trabalhar materiais em formatos cilíndricos, funcionando por meio da rotação da peça e do movimento da ferramenta de corte (PEREIRA, 2018).

O torno mecânico permite a fabricação de uma grande variedade de peças, como eixos, polias, pinos, diferentes tipos de roscas, peças cilíndricas internas e externas, além de cones, esferas e outros formatos mais complexos. Com a utilização de acessórios adicionais, o torno pode ainda realizar funções típicas de outras máquinas-ferramenta, como fresadoras, plainas, retificadoras e furadeiras (LOUREIRO, 2021).

Essa variedade de operações mostra como o torno mecânico continua sendo essencial na indústria, permitindo a produção de peças precisas e com acabamento de alta qualidade.

Existem diferentes tipos de tornos mecânicos, cada um desenvolvido para atender a necessidades específicas de usinagem. O torno horizontal é o modelo mais tradicional, com a peça fixada horizontalmente e a ferramenta se movendo perpendicularmente ao eixo da peça, enquanto o torno vertical mantém a peça na posição vertical, permitindo que a ferramenta se desloque de cima para baixo, sendo útil para peças longas ou operações de faceamento (SCORE MEDIA, 2024).

Os tornos CNC, controlados por computador, oferecem alta precisão e capacidade para realizar operações complexas, sendo amplamente utilizados em indústrias de alta tecnologia. (SCORE MEDIA, 2024). A figura 1 mostra um torno convencional:

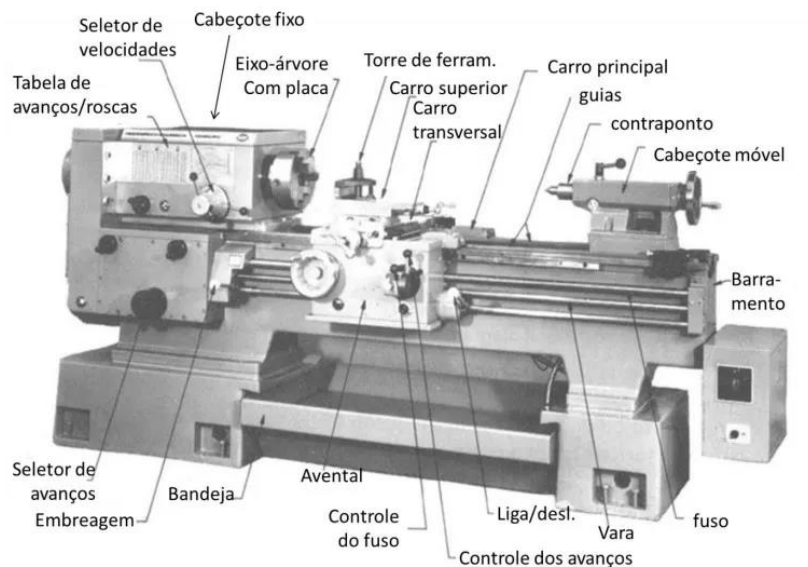


Figura 1: Torno mecânico.

FONTE: https://www.rmlmaquinas.com.br/usinagem-e-maquinas-operatrizes/nomes-das-partes-do-torno-mecanico-e-suas-funcionalidades?srsIid=AfmBOorAMG7NvtZL-DmMTtoOmiW4PoSIs1Bl_Rz_MzNhcwBu4w67Qd0eB (2025).

2.2 Sistemas de segurança

Os sistemas de segurança podem ser compreendidos como um conjunto de recursos técnicos e organizacionais voltados à proteção de pessoas, equipamentos e instalações. Eles não se restringem apenas a dispositivos de proteção imediata, mas englobam também sinalizações, alarmes e métodos de controle que asseguram um ambiente de trabalho mais confiável. Segundo Janes (2009), a aplicação de sistemas de segurança deve sempre considerar não apenas a eficácia do recurso escolhido, mas também sua relação custo-benefício, de modo a equilibrar eficiência, viabilidade e durabilidade.

No contexto de máquinas industriais, como o torno mecânico, essa visão se mostra essencial. A adoção de dispositivos como botoeiras de emergência, sinaleiros de operação e sistemas de desligamento automático em situações críticas segue a mesma lógica abordada por Janes (2009), que destaca a importância de integrar tecnologia, normas técnicas e acessibilidade econômica. Dessa forma, a implementação de sistemas de segurança em painéis elétricos não deve ser vista apenas como uma exigência normativa, mas como uma medida indispensável para a

prevenção de acidentes e para a construção de um ambiente seguro e confiável de aprendizagem e trabalho.

A Norma Regulamentadora nº 12 (NR-12) é a principal referência legal brasileira quando se trata de segurança em máquinas e equipamentos. Criada em 1978, sua primeira versão apresentava requisitos mais gerais e pouco detalhados, o que dificultava a aplicação prática e não assegurava plenamente a proteção dos operadores. Com a revisão de 2010, a norma passou a estabelecer critérios mais objetivos e abrangentes, especificando dispositivos obrigatórios, proteções físicas e sistemas de intertravamento capazes de reduzir os riscos de acidentes em ambientes industriais (LARA, 2017).

Essa norma orienta a forma como máquinas devem ser projetadas, instaladas, operadas e mantidas, garantindo que todos os elementos de segurança estejam integrados ao processo produtivo. Ela determina, por exemplo, a necessidade de proteções fixas ou móveis em partes móveis das máquinas, o uso de botoeiras de emergência, chaves de fim de curso e sinalizações visuais que informem o estado de operação do equipamento. Assim, a NR-12 não apenas normatiza, mas também estabelece um padrão mínimo de segurança a ser cumprido, promovendo a preservação da integridade física dos trabalhadores e a redução dos índices de acidentes em fábricas, oficinas e escolas técnicas (LARA, 2017).

2.3 Comandos elétricos

Os comandos elétricos constituem a base do funcionamento e controle de máquinas e equipamentos industriais. Eles são formados por um conjunto de dispositivos interligados que permitem o acionamento, a proteção e o controle de motores e outros componentes elétricos. De maneira geral, os comandos elétricos se dividem em dois circuitos principais: o de potência e o de comando. O circuito de potência é responsável por conduzir a corrente elétrica de maior intensidade, que alimenta diretamente os motores e cargas. Já o circuito de comando utiliza correntes menores, destinadas a acionar dispositivos como relés, contadores e botoeiras, possibilitando o controle seguro e preciso de todo o sistema (Moreira; Silva; Fonseca, 2024).

Dentro desses sistemas, os dispositivos de proteção e manobra exercem funções fundamentais. Os disjuntores e fusíveis evitam danos causados por sobrecorrente e curtos-circuitos, interrompendo o circuito quando há algum desvio

perigoso. Os contatores, por sua vez, são chaves eletromagnéticas que ligam e desligam os motores de forma automática, enquanto os relés funcionam como intermediários de controle, permitindo que pequenos sinais de comando atuem sobre circuitos de maior potência. Além deles, os sinalizadores luminosos e sonoros garantem a comunicação visual e auditiva do estado de operação da máquina, tornando o ambiente de trabalho mais seguro e eficiente (Moreira; Silva; Fonseca, 2024).

O funcionamento coordenado desses elementos é o que possibilita que um painel elétrico desempenhe sua função de maneira automatizada, obedecendo a uma lógica pré-determinada. Assim, os comandos elétricos não apenas facilitam o controle das máquinas, mas também aumentam sua segurança, confiabilidade e desempenho dentro dos processos industriais

2.3.1 Botão de emergência

Nos ambientes industriais, alguns dispositivos de segurança desempenham papel essencial na proteção do trabalhador e no controle das máquinas. Um dos mais conhecidos é o botão de emergência, geralmente de cor vermelha e localizado em pontos estratégicos e de fácil acesso. Sua função é interromper imediatamente o funcionamento da máquina em situações de risco, garantindo que o operador consiga parar o equipamento com rapidez e evitar acidentes mais graves. Na figura 2 abaixo é mostrado o que é o botão de emergência:

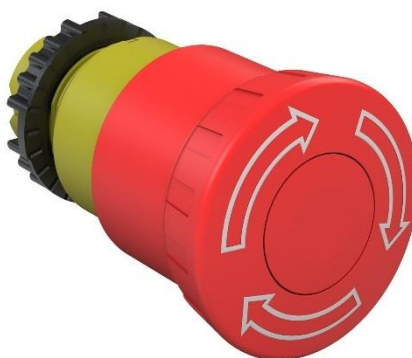


Figura 2: Botão de emergência.

FONTE: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Control-Industrial/Controls/Comando-e-Sinaliza%C3%A7%C3%A3o/Linha-CSW/Bot%C3%B5es/BOTAO-CSW-BESGM-WH-Emerg%C3%Aancia-com-trava-Gira-solta-Vermelho/p/13268381>.

2.3.2 Sinalizadores luminosos

Os sinalizadores luminosos são dispositivos utilizados em ambientes industriais para transmitir informações visuais de forma rápida e objetiva. Eles funcionam por meio de luzes de diferentes cores e modos de operação (contínuos ou intermitentes), permitindo indicar situações específicas, como funcionamento normal, necessidade de atenção ou ocorrência de falhas. Segundo Alkane (2025), sua aplicação é indispensável para reforçar a segurança, pois possibilita que operadores identifiquem de imediato o estado da máquina, reduzindo o risco de acidentes e agilizando a tomada de decisão.

Essas luzes, muitas vezes instaladas em torres sinalizadoras, indicam o estado de operação: verde para funcionamento normal, amarelo para alertas ou ajustes, e vermelho para indicar que está em operação. Esse recurso permite que operadores e supervisores compreendam a situação da máquina à distância, sem necessidade de contato direto. A figura 3 abaixo mostra os sinalizadores:



Figura 3: Sinaleiros.

FONTE: <https://www.schmersal.com.br/automacao/sinalizadores-leds>.

2.3.3 Chave fim de curso

Outro dispositivo relevante é a chave de fim de curso, que serve para limitar movimentos mecânicos e interromper automaticamente a operação quando algo atinge determinado ponto ou quando uma barreira de proteção é aberta. Dessa forma, garante-se que a máquina não ultrapasse seus limites seguros e que a integridade do operador seja preservada. A figura 4 abaixo mostra uma chave fim de curso:



Figura 4: Chave fim de curso.

FONTE: <https://www.metaltext.com.br/produtos/chaves-fim-de-curso/chaves-fim-de-curso/chave-fim-de-curso-atuador-de-pino-para-painel-380vca-220vcc-1-rev-10a-250vca>.

2.3.4 Botão de impulso on/off

Por fim, há também os botões de impulso de liga e desliga, normalmente verdes e vermelhos, utilizados na rotina diária de operação. Diferentemente do botão de emergência, eles não têm a função de interromper de forma imediata e total, mas de controlar o início e o término do funcionamento dentro das condições normais de trabalho, respeitando os parâmetros de segurança estabelecidos. Na figura 5 abaixo mostra um tipo de botão de impulso:



Figura 5: Botão on/off.

FONTE: <https://www.se.com/br/pt/product/XB5AL73415/bot%C3%A3o-duplo-%C3%B822mm-pl%C3%A1stico-retorno-por-mola-verde-i-vermelho-saliente-ona+nf/>.

2.3.5 Disjuntor geral

O disjuntor geral é o principal dispositivo de proteção do circuito elétrico. Ele tem a função de interromper o fornecimento de energia em caso de sobrecarga ou curto-circuito, evitando danos aos equipamentos e garantindo a segurança dos operadores. É o primeiro ponto de desligamento do sistema, permitindo que toda a instalação elétrica possa ser desenergizada de forma rápida e segura durante manutenções ou situações de emergência. Na figura 6 mostra disjuntores gerais:



Figura 6: Disjuntor geral.

FONTE: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-dimensionar-o-disjuntor-geral/>.

2.3.6 Disjuntor motor

Já o disjuntor motor é um tipo específico de disjuntor projetado para proteger motores elétricos contra sobrecorrente, sobrecarga e falhas de fase. Ele é ajustável conforme a corrente nominal do motor, o que garante uma proteção mais precisa e evita que o equipamento sofra danos devido a aquecimento excessivo ou falhas elétricas durante o funcionamento. Na figura 7 é mostrado um disjuntor motor:



Figura 7: Disjuntor motor.

FONTE: https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controls/Partida-e-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Motores/Disjuntores-motores/Disjuntores-Motores-MPW/Disjuntores-Motores-MPW/p/MKT_WDC_BRAZIL_PRODUCT_MOTOR_PROTECTIVE_CIRCUIT_BREAKER_MPW.

2.3.7 Contatores

O contator, por sua vez, é um dispositivo eletromecânico responsável por comandar o acionamento e o desligamento de motores e outros equipamentos elétricos. Ele funciona através de um sistema de bobina e contatos, permitindo o controle remoto da passagem de corrente elétrica. O contator é essencial em sistemas de automação e comandos elétricos, pois possibilita ligar e desligar máquinas de maneira segura e eficiente, muitas vezes em conjunto com botoeiras, relés térmicos e disjuntores. A figura 8 exibe um contator:



Figura 8: Contator.

FONTE: https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Control-Industrial/Controls/Partida-e-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Motores/Contatores/Pot%C3%Aancia/Contatores-CWB/Contatores-CWB/p/MKT_WDC_BRAZIL_PRODUCT_CONTACTOR_CWB.

3 MATERIAIS UTILIZADOS

Além dos equipamentos elétricos citados anteriormente, foi utilizado trilho DIN que é uma barra metálica padronizada onde se fixam dispositivos elétricos, como disjuntores, contatores e relés. Ele serve para organizar e facilitar a montagem dentro do painel, permitindo que os componentes fiquem firmes e bem alinhados.

As canaletas são estruturas plásticas com tampas usadas para acomodar e orientar a fiação, mantendo os cabos organizados, protegidos e separados, evitando bagunça e curto-circuito. Por fim, os terminais de ponta de cabo são pequenas peças metálicas que são prensadas na extremidade dos fios para garantir uma conexão mais firme, segura e com melhor contato elétrico, evitando que os filamentos do cabo se abram ou soltem nos bornes. Abaixo segue a tabela, na figura, de todos os produtos utilizados com as quantidades e os preços que foram divididos igualmente entre os integrantes:

Orçamento de Adequação do Torno:			
Itém:	Quantidade:	Valor Unidade:	Valor Total:
Botoeira de Seg.	4	R\$ 30,00	R\$ 120,00
Borne Sak	24	R\$ 3,00	R\$ 72,00
Trilho Din	4	R\$ 6,00	R\$ 24,00
Anilho	25	R\$ 1,00	R\$ 25,00
Canaleta	6 m	R\$ 30,00	R\$ 180,00
Fim de Curso Tipo Botão	2	R\$ 21,24	R\$ 42,48
Sinaleiro Led 220 V	6	R\$ 13,30	R\$ 79,80
Botão Duplo Luminoso	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00
Disjuntor Bipolar	2	R\$ 39,92	R\$ 79,84
Disjuntor Motor	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Terminal Ilhos	800 Unidades	R\$ 39,10	R\$ 39,10
Contatato Auxiliar Disjuntor Motor	1	R\$ 47,89	R\$ 47,89
Cabo de 4 mm	14 m	R\$ 4,20	R\$ 58,80
Tinta Azul	3	R\$ 20,00	R\$ 60,00
Tinta Laranja	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Chave Geral 20 A	1	R\$ 78,98	R\$ 78,98
Contator	2	Doação	Doação
Cabo de 2,5 mm	30 m	Doação	Doação
Disjuntor Motor	1	Doação	Doação
		Total	R\$ 1.187,89

Figura 9: Orçamento do Torno

FONTE: Próprio autor (2025).

Na figura 10 mostra o diagrama elétrico do circuito usado de referência de outro TCC da Etec Sylvio de Mattos Carvalho com o tema “Retrofit Torno Convencional: Adequação do Sistema de Segurança (2025)”:

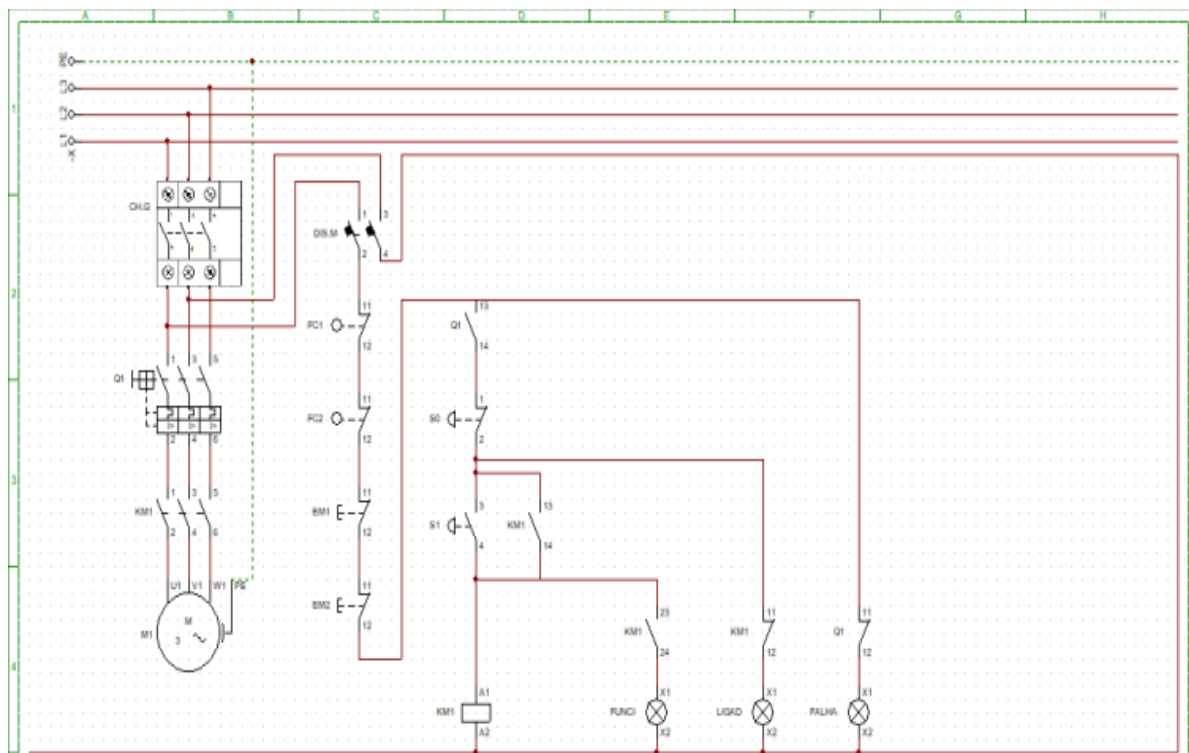


Figura 10: Diagrama Elétrico do sistema.

FONTE: NORBERTO et al. (2025).

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Problemas encontrados

Antes da execução do projeto, foi feita uma análise do estado do torno mecânico e, em especial, de seu painel elétrico. Observou-se que o equipamento apresentava uma série de deficiências que comprometiam tanto a segurança quanto a eficiência operacional.

O painel, por exemplo, ainda utilizava fusíveis antigos Diazed, que além de estarem deteriorados, não ofereciam a mesma confiabilidade de proteção que os dispositivos atuais, como disjuntores. A fiação encontrava-se desorganizada, sem identificação adequada, dificultando a manutenção e aumentando os riscos de falhas ou curtos-circuitos.

Outro ponto crítico foi a ausência de dispositivos de sinalização e de segurança. O torno não possuía botão de emergência, o que inviabilizava a interrupção rápida do funcionamento em situações de risco. Também não havia luzes indicativas que auxiliassem na identificação do estado da máquina, como partida, operação normal ou falha.

Além disso, constatou-se que a tampa da região de trabalho não possuía nenhum sistema de proteção intertravada. Isso significa que a máquina podia continuar funcionando mesmo com a tampa levantada, expondo os usuários a acidentes graves durante o uso.

Todos esses fatores mostraram que, apesar de o torno ainda possuir boas condições mecânicas, sua parte elétrica já não atendia aos requisitos mínimos de segurança, justificando a necessidade de modernização por meio de retrofit.

4.2 Pontos de instalação do sistema de segurança

Uma das primeiras medidas de segurança planejadas foi a instalação de dois botões de emergência, posicionados nas extremidades direita e esquerda do torno. Essa decisão foi tomada para facilitar o acesso ao desligamento da máquina, já que os alunos podem se posicionar em diferentes lados durante as atividades. Assim, em caso de risco, será possível acionar rapidamente o botão mais próximo, garantindo maior proteção e praticidade no uso do equipamento. Veja na figura 11 as extremidades onde vão os botões de emergência:

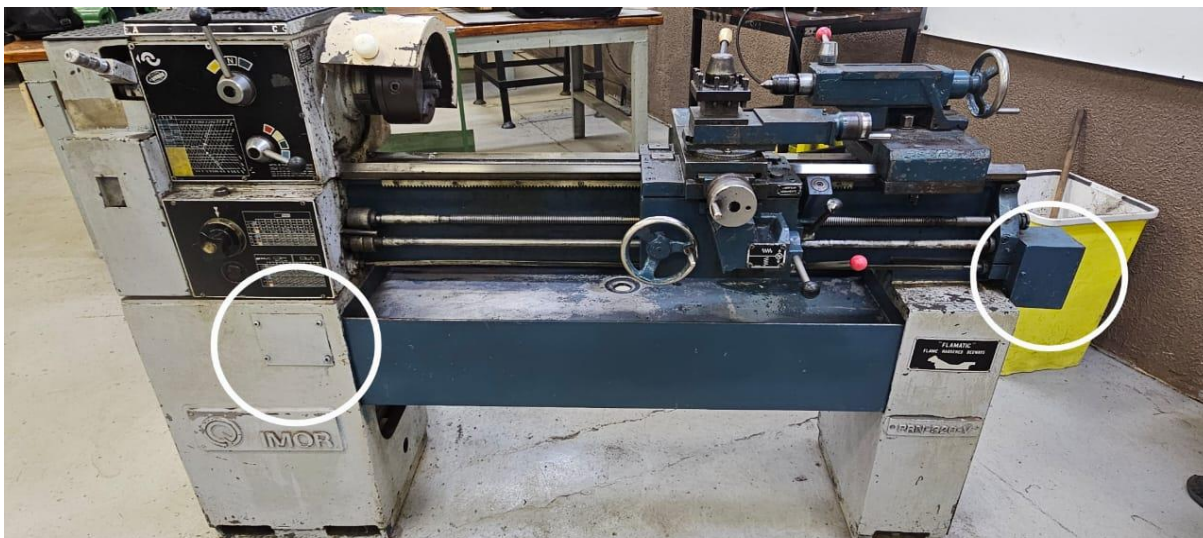


Figura 11: Torno.

FONTE: Próprio autor (2025).

Para aumentar a segurança e também facilitar o uso do torno, foram planejados sinalizadores luminosos no painel. Esses sinaleiros vão indicar o que está acontecendo com a máquina: a luz verde acende quando o torno está energizado, a vermelha mostra que o torno está em operação normal e a amarela alerta quando houver alguma falha.

Além disso, foi decidido instalar um botão luminoso bicolor, nas cores verde e vermelho, para ligar e desligar o equipamento. O botão verde serve para acionar o torno, enquanto o vermelho desliga. Veja os pontos na figura 12 para o botão on/off e sinaleiros:



Figura 12: Ponto de instalação do botão e sinaleiros.

FONTE: Próprio autor (2025).

Pensando em aumentar ainda mais a segurança, o projeto também inclui a instalação de uma chave de fim de curso na tampa de proteção do torno. Essa chave vai desligar automaticamente o motor assim que a tampa for levantada, impedindo que a máquina continue funcionando enquanto alguém tem acesso à área de rotação e corte.

Esse recurso é bastante usado em máquinas industriais porque evita que o operador tenha contato com partes móveis em funcionamento. Na figura 13 mostra onde irá a chave fim de curso:



Figura 13: Ponto da chave fim de curso.

FONTE: Próprio autor (2025).

Além dessas falhas, observou-se a inexistência de uma chave geral para o desligamento total do equipamento. A ausência desse componente representa um risco significativo, pois impede a interrupção imediata da alimentação elétrica em situações de emergência ou durante procedimentos de manutenção. Por isso, o novo projeto prevê a instalação de uma chave geral, permitindo o corte completo da energia do torno, garantindo maior segurança e praticidade no uso diário. Figura 14 mostra o ponto da chave geral:



Figura 14: Ponto da chave geral.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.3 Processo de desmontagem

O primeiro passo do projeto foi desmontar o painel elétrico antigo do torno. Para isso, todas as fontes de energia foram desligadas e aplicaram-se medidas de segurança, como bloqueios e sinalizações, para evitar acidentes durante o trabalho. Após garantir a segurança, os componentes antigos foram retirados, fusíveis e os cabos desorganizados. Figura 15 e 16 foi registrado o processo de desmanche:



Figura 15: Desmontando painel.
FONTE: Próprio autor (2025).



Figura 16: Desmontando o painel 2.
FONTE: Próprio autor (2025).

Depois de desmontar todo o painel, foi a vez de preparar a caixa metálica que guarda os componentes. Primeiro, a superfície foi lixada para remover ferrugem, tinta antiga e pequenas imperfeições. Esse cuidado foi importante para que a nova pintura tivesse boa aderência e para prolongar a vida útil da caixa. Figura 17 é o processo de lixamento:

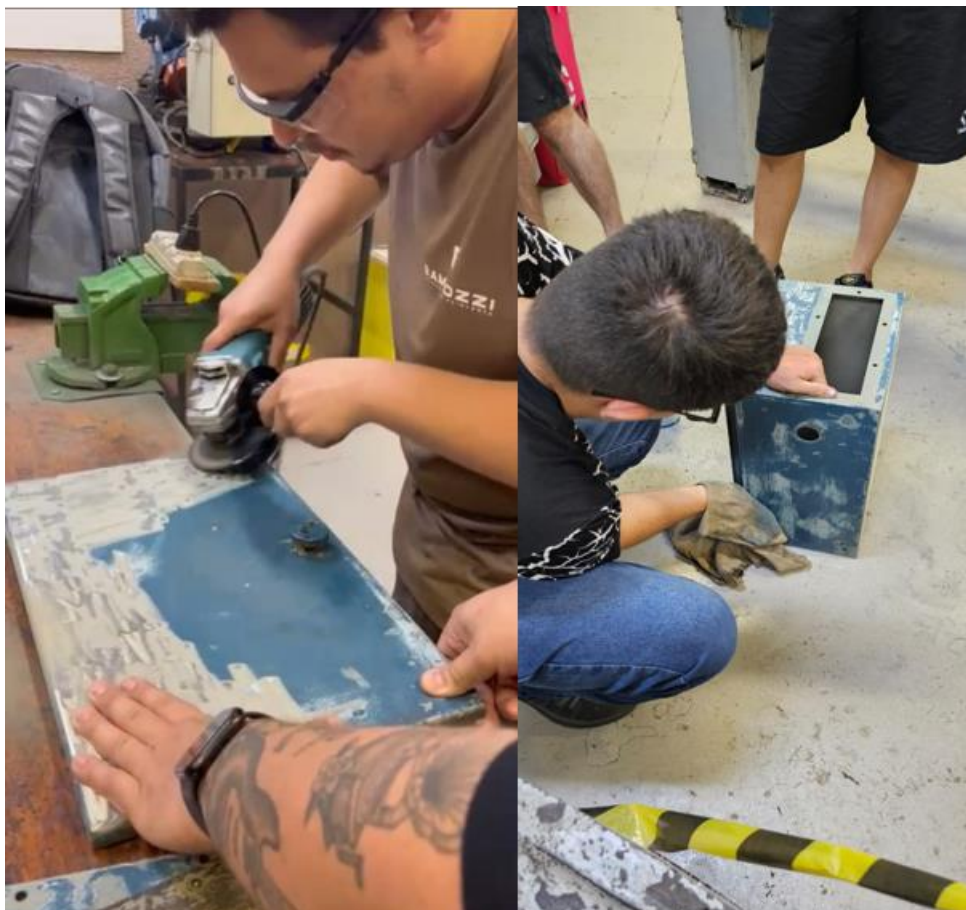


Figura 17: Lixando a caixa do painel.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.4 Pintura

Em seguida, aplicou-se a pintura com tinta específica para metal. Além de proteger contra corrosão, a pintura deixou o painel com um aspecto mais limpo, organizado e profissional, reforçando a ideia de modernização do equipamento. Na figura 18 o processo de pintura:



Figura 18: Pintura da caixa do painel.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.5 Furação

Iniciou-se a medição para definir os locais onde seriam instaladas as botoeiras e os sinaleiros. Com as medidas marcadas, os pontos foram furados usando serra copo garantindo cortes precisos e sem danificar a estrutura. Essa etapa preparou para receber de forma organizada as botoeiras de emergência, o botão de liga e desliga e os sinaleiros de indicação. Na figura 19 e 20 mostra marcando e furando os pontos para instalação dos botões:



Figura 19: Medição dos pontos dos sinaleiros.

FONTE: Próprio autor (2025).



Figura 20: Furação dos pontos dos sinaleiros.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.6 Instalação das botoeiras

Com os furos prontos, começou a instalação das botoeiras no painel. Primeiro, foram fixadas as duas botoeiras de emergência, uma de cada lado da caixa, para que o operador conseguisse desligar o torno rapidamente, independentemente da posição em que estivesse.

Depois, foi instalada a botoeira bicolor de liga e desliga, com o botão verde para ligar e o vermelho para desligar e os sinaleiros. Na figura 21 mostra os sinaleiros e botão instalados:

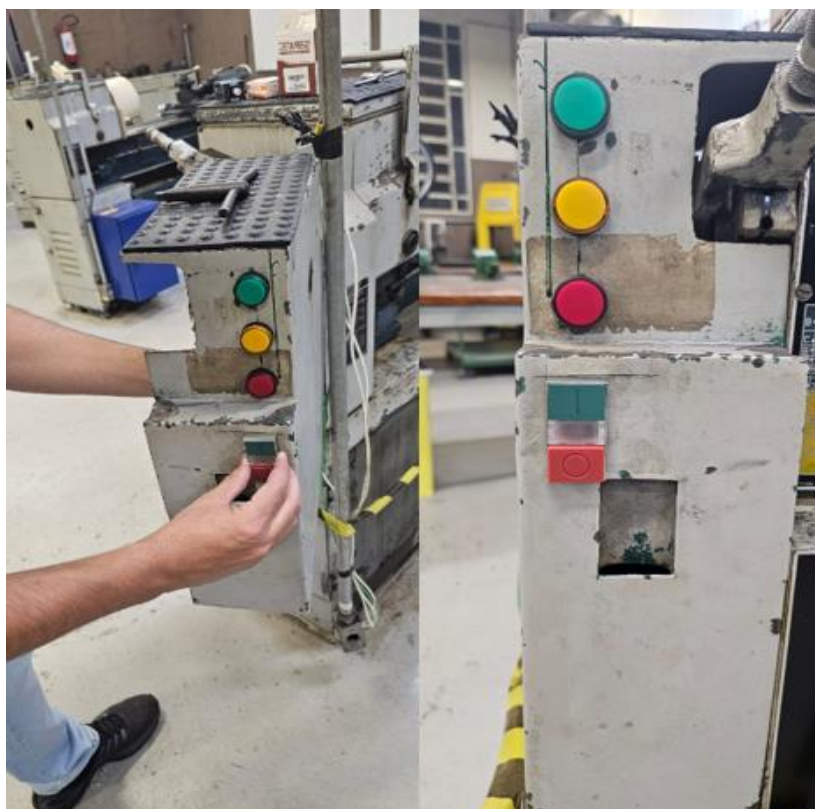


Figura 21: Instalação dos sinaleiros e botão on/off.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.7 Medição e furação do painel

Depois de instalar as botoeiras, foi feita a medição da parte interna do painel para marcar os locais do trilho DIN e das canaletas. O trilho DIN foi escolhido porque facilita muito a fixação dos equipamentos elétricos, como disjuntores e contadores, deixando tudo bem organizado e de fácil manutenção. Na figura 22 exibe a marcação dos pontos para o trilho:

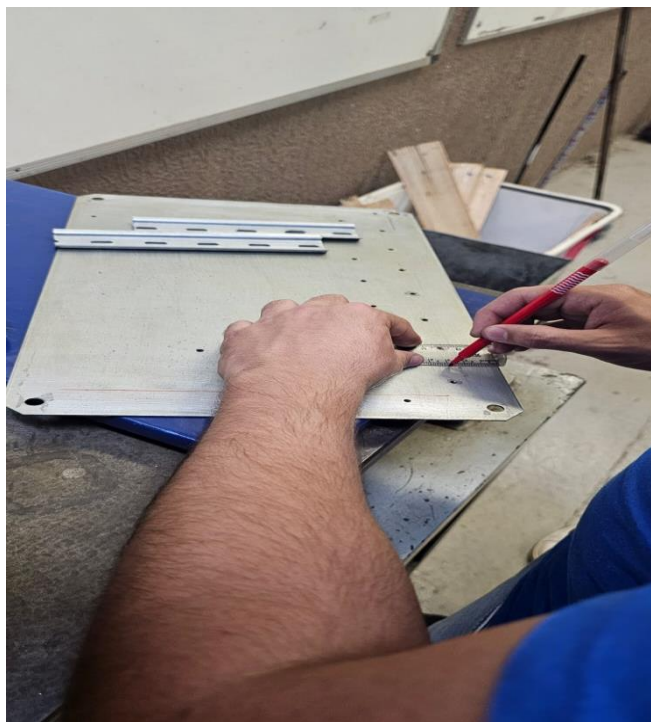


Figura 22: Medindo a colocação do trilho DIN.

FONTE: Próprio autor (2025).

Concluídas as medições, deu-se início à etapa de furação do painel elétrico para fixação do trilho DIN e das canaletas. Já na figura 23 é furado os pontos desejados:



Figura 23: Furando para o trilho DIN.

FONTE: Próprio autor (2025).

Também foi realizada a preparação da tampa de proteção do torno para a instalação da chave de fim de curso. Foram efetuadas medições precisas no ponto de articulação da tampa, de forma a garantir que o acionamento da chave ocorresse de maneira automática sempre que a proteção fosse levantada. Na figura 24 passa para furação do ponto para chave fim de curso:

]

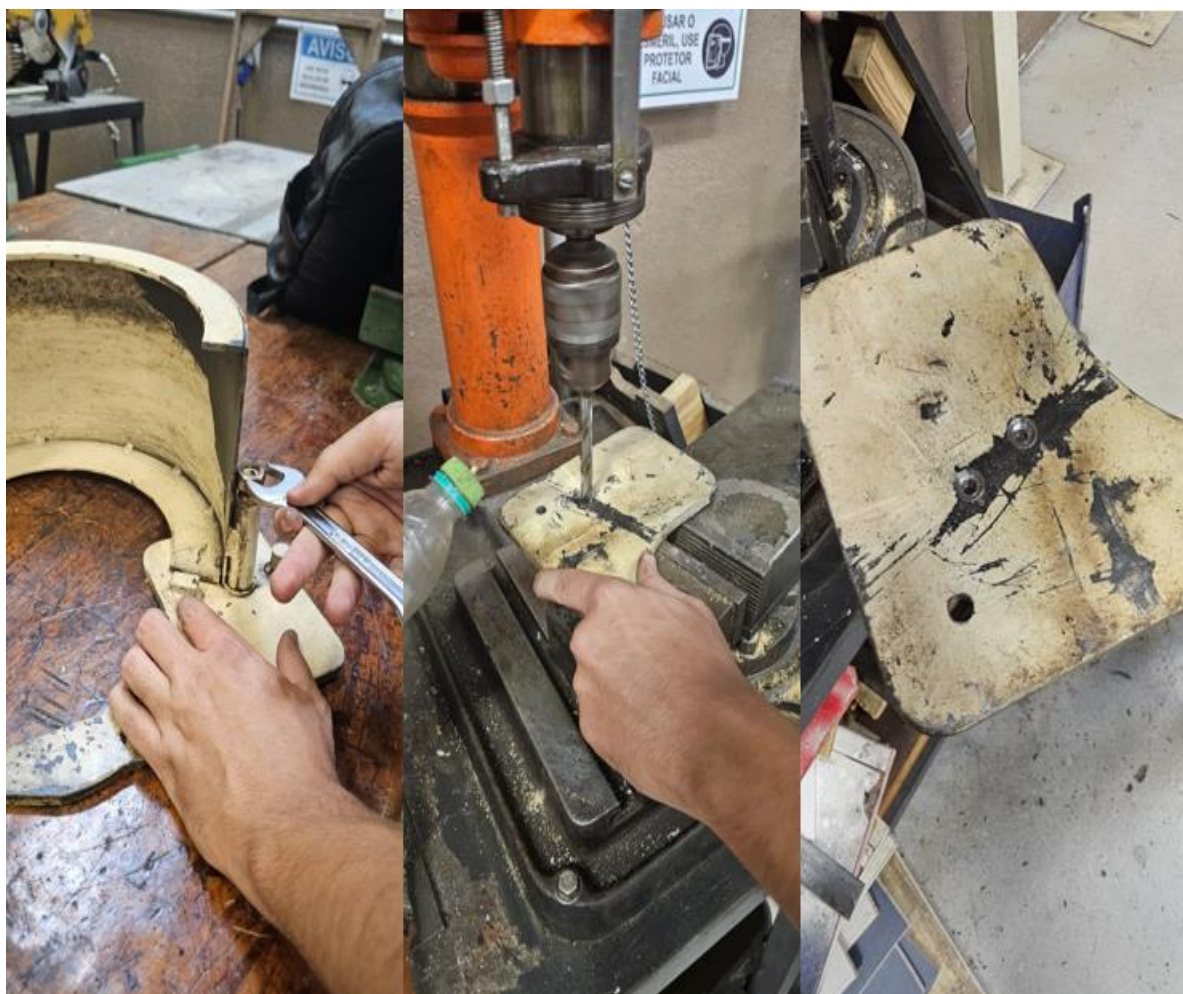


Figura 24: Furação para a chave fim de curso.

FONTE: Próprio autor (2025).

Ao final, foi parafusada a chave fim de curso na figura 25 abaixo:



Figura 25: Parafusando o botão fim de curso.

FONTE: Próprio autor (2025).

Logo após, foi passado os cabos para a chave fim de curso na figura 26:

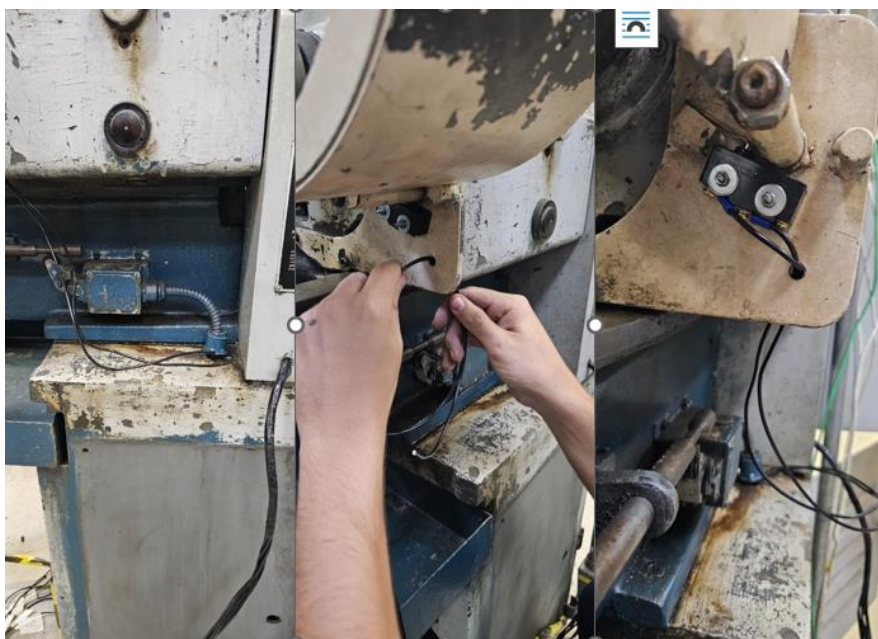


Figura 26: Passando os cabos para fim de curso.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.8 Construção do painel elétrico

Com as medidas já feitas, o trilho DIN foi fixado dentro da caixa usando rebites, o trilho ficou bem preso e pronto para receber os disjuntores, contadores e outros equipamentos elétricos. Figura 27 exhibe colocando trilho DIN com rebite:



Figura 27: Rebite no trilho DIN.

FONTE: Próprio autor (2025).

Foram encaixados os equipamentos, como disjuntores, contadores e relés auxiliares. Todos foram colocados seguindo o layout planejado, de forma organizada e de fácil acesso. Na figura 28 já é acoplado os componentes no trilho:

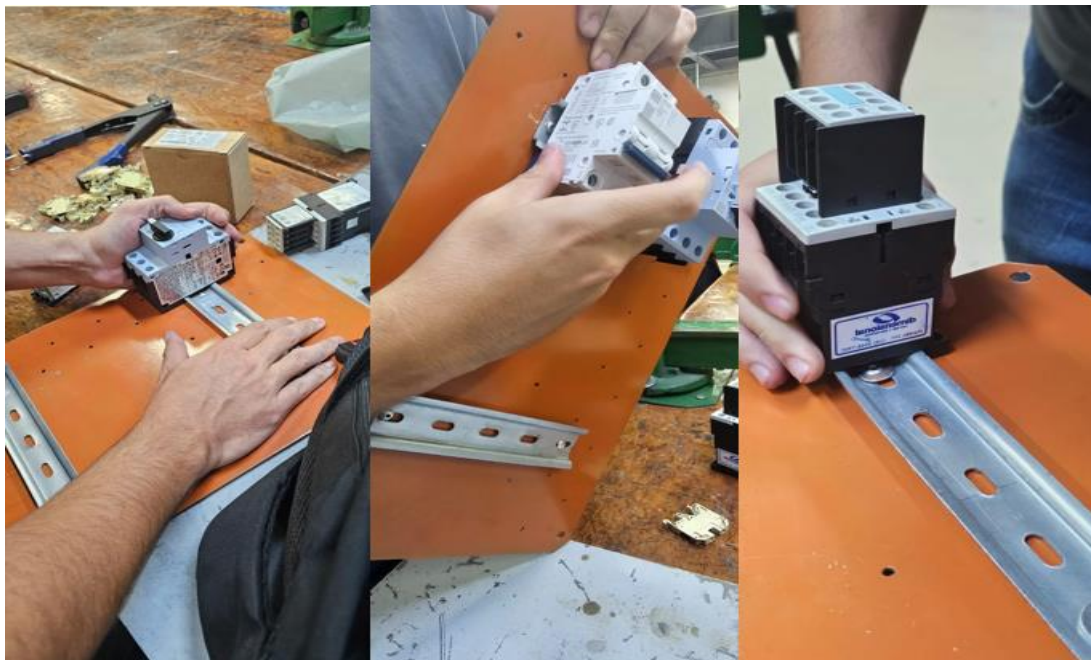


Figura 28: Equipando os componentes no trilho DIN.

FONTE: Próprio autor (2025).

Depois de encaixar os equipamentos no trilho DIN, foram instalados os bornes de ligação. Eles funcionam como conectores, permitindo organizar os fios e facilitar as conexões dentro do painel. Na figura 29 mostra que foi necessário um ajuste para firmar os equipamentos:

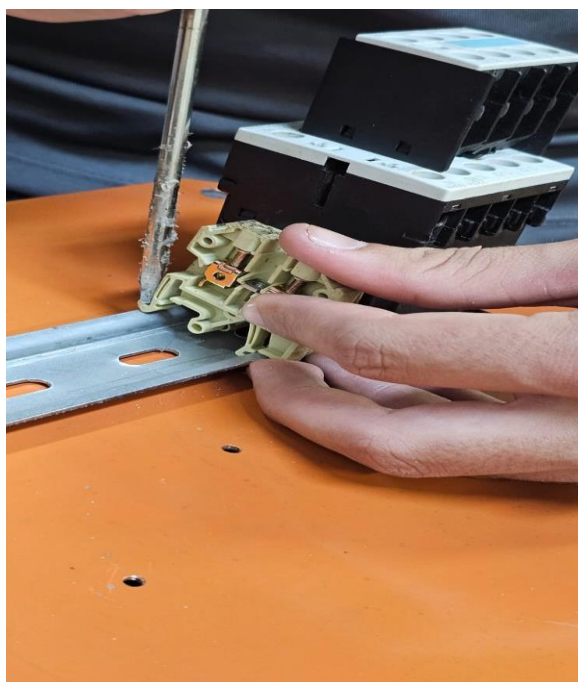


Figura 29: Encaixando componente no trilho DIN.

FONTE: Próprio autor (2025).

Foi feita a medição do espaço interno do painel para ajustar as canaletas que iriam guiar os fios, logo após as canaletas foram cortadas nas medidas definidas. Na figura 30 mostra que foi medido e cortado as canaletas pra organizar os fios:



Figura 30: Medindo e cortando canaleta.

FONTE: Próprio autor (2025).

Depois de cortar as canaletas no tamanho certo, foi feito o ajuste dos cantos, cortando as laterais em ângulo para que elas se encaixassem direitinho nas curvas da caixa do painel. Esse detalhe deixou o acabamento melhor e evitou que as canaletas ficassem soltas ou mal encaixadas.

Com tudo ajustado, as canaletas foram fixadas no painel usando rebites, garantindo firmeza e resistência. Na figura 31 já é mostrado colocando as canaletas ao redor do painel:



Figura 31: Ajustando os cantos.

FONTE: Próprio autor (2025).

Na sequência, foi preparada a caixinha onde seria instalada a botoeira de emergência. Primeiro, foi feita a medição para marcar o ponto central, que recebeu um furo para a passagem dos cabos. Na figura 32 mostra o uso da furadeira para a caixa do botão de emergência:

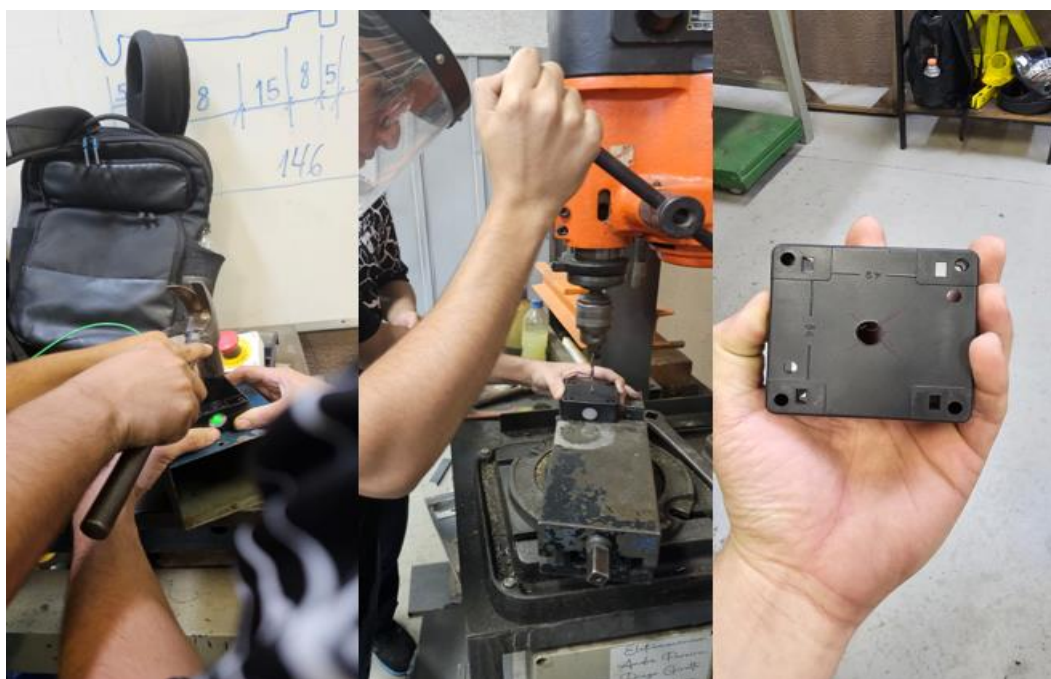


Figura 32: Furando caixa do botão de emergência.

FONTE: Próprio autor (2025).

Depois, foram furadas as laterais da caixa para permitir a fixação no torno. Na figura 33 é exibido parafusando a caixinha:



Figura 33: Fixando a caixa do botão de emergência.

FONTE: Próprio autor (2025).

Por fim, foi parafusado o botão de emergência com os cabos. Na figura 34 mostra os cabos e depois fixado no torno o botão:



Figura 34: Cabeando e parafusando o botão de emergência.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.9 Desengraxante no torno

Antes de passar as fiações, foi feita a limpeza do torno com desengraxante. Essa etapa serviu para tirar restos de óleo e graxa acumulados, deixando a superfície mais limpa e preparada para receber os cabos. Antes e o depois abaixo nas figuras 35 e 36:



Figura 35: Limpando porta das engrenagens do torno.

FONTE: Próprio autor (2025).



Figura 36: Limpando ao redor do torno.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.10 Fixação do painel dentro da caixa

O painel foi fixado dentro da caixa metálica. O conjunto foi colocado de forma alinhada, deixando os trilhos, bornes, canaletas e equipamentos bem posicionados e fáceis de acessar em caso de manutenção. Na figura 37 vê-se o modelo inicial do painel:



Figura 37: Fixando painel na caixa.

FONTE: Próprio autor (2025).

4.11 Passagem dos cabos para o botão de emergência

Começou a etapa de passar os cabos para os botões de emergência. Foram puxados os fios de um lado ao outro do torno, para que chegassem até as duas extremidades.

No mesmo caminho, passaram dois cabos juntos, garantindo que os dois botões tivessem ligação direta e funcionassem sem problema. Assim, qualquer um dos lados pode desligar a máquina em caso de emergência. Na figura 38 e 39 mostra passando os cabos de um lado para o outro:

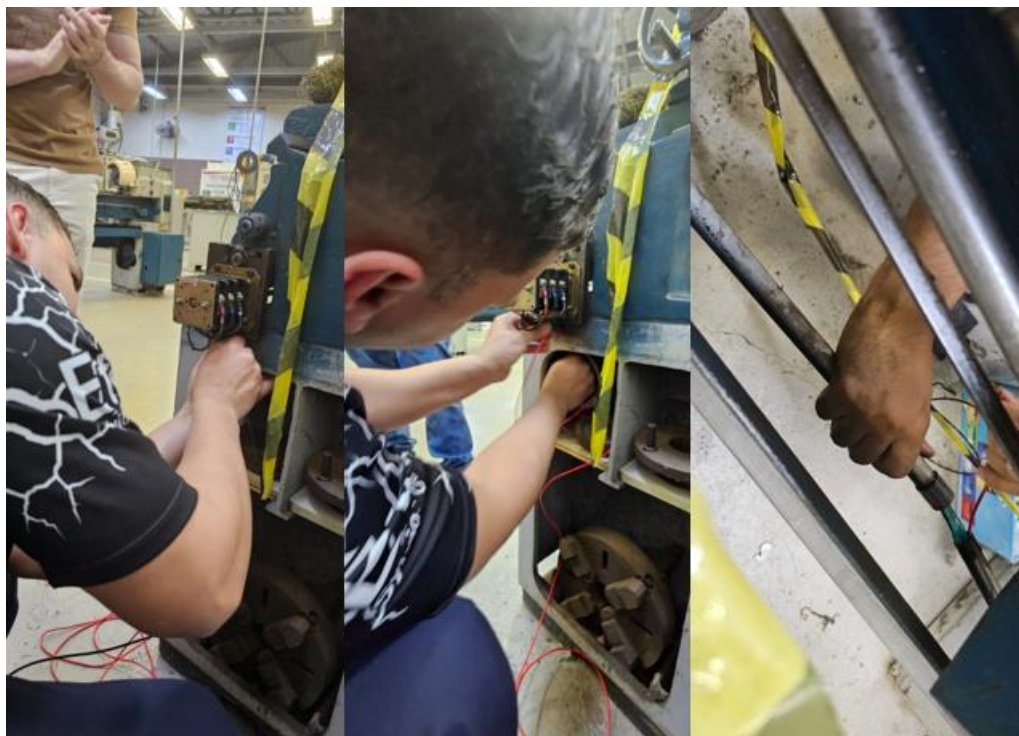


Figura 38: Passando cabos do botão de emergência.
FONTE: Próprio autor (2025).

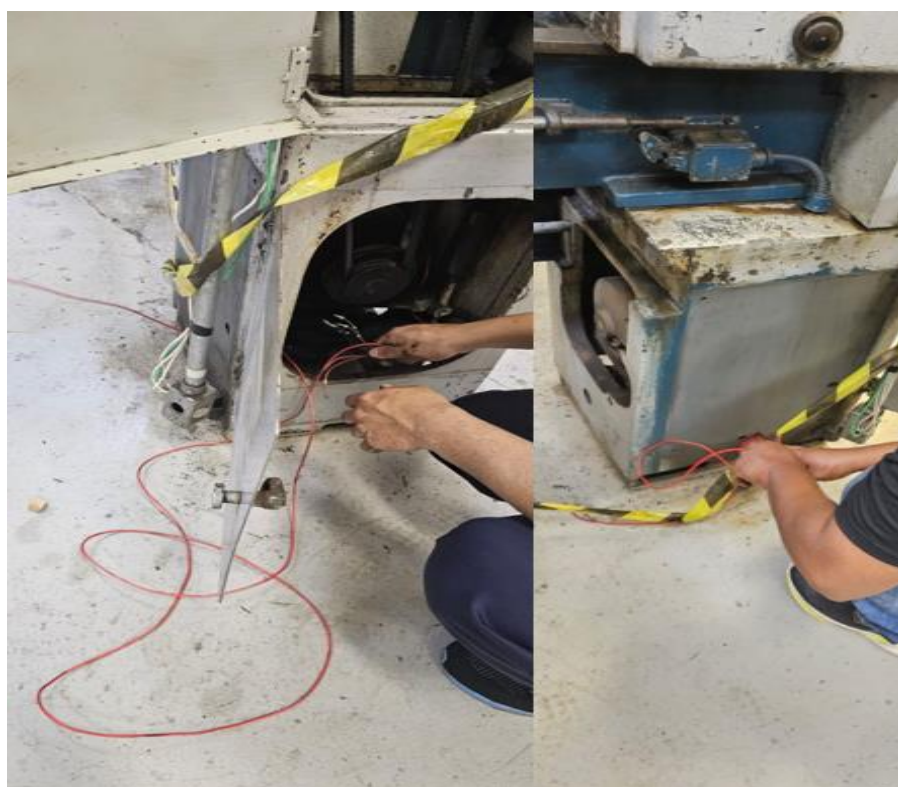


Figura 39: Passando cabos do botão de emergência 2.
FONTE: Próprio autor (2025).

4.12 Fiação dos sinaleiros e botão on/off

Começou a parte de ligação dos fios dos sinaleiros e do botão de liga/desliga. Os cabos foram cortados no tamanho certo e receberam terminais crimpados com o uso do prensa-cabo. Na figura 40 mostra os terminais usados:



Figura 40: Prensando terminal dos cabos.

FONTE: Próprio autor (2025).

Depois disso, os fios foram organizados e numerados provisoriamente com fitas, para facilitar a identificação na hora de continuar a montagem. Essa etapa deixou os circuitos mais claros e ajudou a evitar erros nas ligações, preparando o painel para a finalização da parte elétrica. Já na figura 41 mostra um pouco do processo de ligar os sinaleiros e botões entre si:



Figura 41: Fiação dos sinaleiros.

FONTE: Próprio autor (2025).

A parte finalizada na figura 42 dos cabos:



Figura 42: Organização dos cabos dos sinaleiros e botão de impulso.

Fonte: Próprio autor (2025).

4.13 Ligação do painel elétrico

Durante o processo de montagem, foi realizada a prensagem dos terminais nas extremidades dos cabos. Essa etapa é fundamental para assegurar conexões firmes e confiáveis entre a fiação e os dispositivos instalados no painel elétrico. Na figura 43 mais um pouco da prensagem:



Figura 43: Prensando terminal do cabo do painel elétrico.

FONTE: Próprio autor (2025).

Na sequência, iniciou-se a etapa de passagem da fiação dentro do painel elétrico. Os cabos foram conduzidos até os disjuntores, relés e contatores, seguindo rigorosamente um diagrama elétrico previamente elaborado. Esse procedimento garantiu que cada componente fosse interligado de acordo com sua função específica, mantendo a lógica do circuito e assegurando a confiabilidade do sistema. O uso do diagrama como guia foi essencial para evitar erros de ligação, além de facilitar a padronização da instalação e possibilitar futuras manutenções de maneira mais rápida e segura. Na figura 44 mais do painel, agora ligando os cabos nos equipamentos:

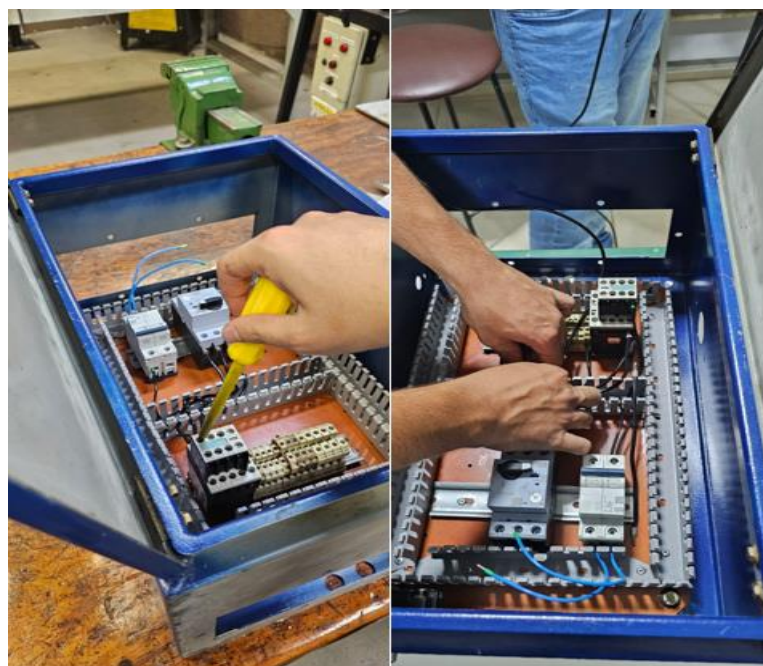


Figura 44: Ligando os cabos para o comando elétrico.

FONTE: Próprio autor (2025).

Após isso a passagem da fiação, a caixa com o painel foi fixada de volta no torno para ajustes e conexão das fiações dos botões e leds. Na figura 45 já mostra na reta final da ligação:



Figura 45: Ajustes finais com o painel fixado no torno.

FONTE: Próprio autor (2025).

Segue na figura 46 o antes e depois do torno:



Figura 46: Antes e depois do torno.

FONTE: Próprio Autor (2025).

E na figura 47 abaixo do antes e depois do painel elétrico:

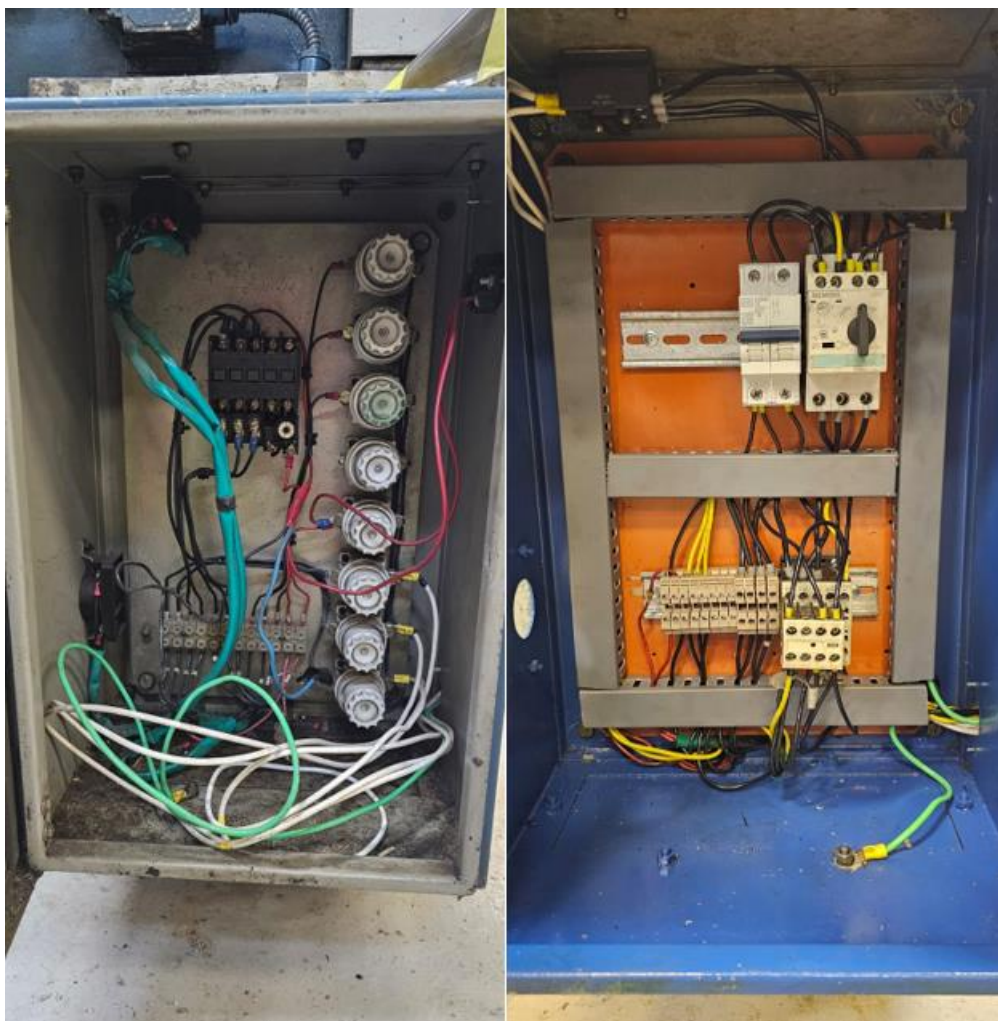


Figura 47: Antes e depois do painel.

FONTE: Próprio Autor (2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto foi desenvolvido a partir da necessidade de reestruturar e padronizar o sistema elétrico do torno mecânico da oficina, o qual apresentava fiação desorganizada, disposição inadequada de componentes e ausência de um padrão construtivo que favorecesse intervenções técnicas futuras. Diante desse diagnóstico, estabeleceu-se como objetivo central a modernização e otimização do sistema elétrico dos tornos mecânicos da ETEC Sylvio de Mattos Carvalho, visando aprimorar a segurança operacional, a confiabilidade do equipamento e a conformidade com as boas práticas eletrotécnicas.

Os objetivos estabelecidos foram integralmente alcançados. O processo envolveu a limpeza e preparação do equipamento, a reorganização completa do trajeto da fiação, a montagem de um novo painel elétrico utilizando trilho DIN e canaletas, bem como a prensagem de terminais adequados para garantir conexões seguras. Todas as etapas foram executadas conforme o diagrama elétrico previamente elaborado, resultando em uma instalação mais limpa, acessível e tecnicamente confiável.

A atualização dos sistemas de proteção elétrica foi conduzida de maneira criteriosa, proporcionando maior segurança operacional e reduzindo significativamente os riscos de danos decorrentes de curtos-circuitos e sobrecargas. Tal implementação contribuiu para elevar o nível de confiabilidade do equipamento e assegurar condições adequadas de funcionamento. Além disso, a integração de dispositivos de comando e sinalização — incluindo botões de emergência, sinalizadores luminosos e botoeiras on/off — otimizou o controle das operações e ampliou a segurança dos usuários durante o manuseio do torno.

Conclui-se que o projeto não apenas solucionou a problemática inicialmente identificada, mas também estabeleceu um novo padrão de montagem que facilitará futuras manutenções, aumentará a segurança do equipamento e garantirá maior estabilidade operacional. Dessa forma, os resultados obtidos superam as expectativas iniciais e evidenciam a importância da organização e da modernização de sistemas elétricos em ambientes industriais e educacionais. O trabalho realizado contribui de maneira significativa para a formação prática e técnica dos alunos, além de reforçar a relevância de práticas eletrotécnicas seguras e bem estruturadas no contexto de ensino profissional.

REFERÊNCIAS

ALKANE. Para que servem os sinalizadores luminosos e sonoros? Blog Alkane, 14 jan. 2025. Disponível em: <https://blog.alkane.com.br/sinalizadores-luminosos-e-sonoros/>. Acesso em: 22 set. 2025.

EXCLUSIVA ENGENHARIA. Guia completo sobre retrofit elétrica e automação para modernizar seu espaço. Exclusiva Engenharia, 2025. Disponível em: <https://www.exclusivaengenharia.com.br/blog/categorias/artigos/guia-completo-sobre-retrofit-eletrica-e-automacao-para-modernizar-seu-espaco>. Acesso em: 12 set. 2025.

JANES, R. Estudo sobre sistemas de segurança em instalações elétricas automatizadas. 2009. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-29062009-81507/publico/Dissertacao_Ricardo_Janes.pdf. Acesso em: 22 set. 2025.

LARA, L. Adequação de torno mecânico convencional à NR-12. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2017. Disponível em: https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6966/Luciano+Lara_.pdf?sequence=1. Acesso em: 22 set. 2025.

LOUREIRO, M. UFCD 874 - Torneamento – Tecnologia e Operações. 2021. Disponível em: <http://www.marioloureiro.net/ensino/manuais/UFCD874-torneamento.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.

MOREIRA, A. M. S.; SILVA, I. N.; FONSECA, J. E. Comandos elétricos e aplicação do CADE SIMU. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Eletrotécnica) — ETEC Professor Armando José Farinazzo, Fernandópolis, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/30346/1/COMANDOS%20E%20CADE%20SIMU.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.

NORBERTO, A. S.; SILVA, A. P. C.; ALMEIDA, D. L.; JESUS, D. G. F. de; SILVA, H. R. da. Retrofit torno convencional: adequação do sistema de segurança. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Eletrotécnica) – ETEC Sylvio de Mattos Carvalho, Matão, 2025.

OLIVEIRA, S. B. de. Análise de redução de risco em torno mecânico e adequação ao padrão da Norma. 2018. Disponível em: https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7774/Sarah%20Beltrame%20de%20Oliveira_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 set. 2025.

PEREIRA, C. A. P. Processos de usinagem em torno mecânico convencional. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) — Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/21992/1/CAMILO_PEREIRA_ATIVIDADE4.pdf. Acesso em: 22 set. 2025.

PRIOTO, L. M.; MICHALOSKI, A. O. Análise de risco de um torno mecânico de uma metalúrgica dos Campos Gerais – PR. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Ano 04, Ed. 01, Vol. 02, p. 112-124, 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/torno-mecanico>. Acesso em: 12 set. 2025.

SCORE MEDIA. Torno mecânico: o que é e qual sua utilidade. Blog Anhanguera Ferramentas, 8 abr. 2024. Disponível em: <https://blog.anhangueraferramentas.com.br/torno-mecanico-o-que-e-e-qual-sua-utilidade/>. Acesso em: 22 set. 2025.