

Centro Paula Souza
ETEC Prof. Alfredo de Barros Santos
Técnico em Mecânica

ADEQUAÇÃO DE TORNO A NR12

Leonardo Centeno Mezacasa
Luis Fernando da Silva
Luiz Fernando Santos Rodrigues
Maria Beatriz Rodrigues Galdino
Washington Luis do Carmo
Willians Barbosa dos Santos

Resumo: Este artigo examina a melhoria do torno mecânico em conformidade com as Normas Regulamentadoras (NRs) 10 e 12, que abordam a segurança elétrica e mecânica no ambiente de trabalho. A evolução do torno mecânico, desde seus primeiros modelos até os contemporâneos, é discutida, destacando a importância dessas máquinas nas oficinas de usinagem e os desafios de segurança associados ao seu uso. As NRs são essenciais para garantir um ambiente de trabalho seguro e eficiente. O projeto propõe metodologias para melhorar o desempenho e a segurança dos tornos mecânicos, incluindo a substituição de fusíveis por disjuntores motor, instalação de botoeiras e botões de emergência, adequação de sinalização, aterramento e implementação de dispositivos de proteção residual (DR) e contra surtos (DPS). A adoção dessas melhorias é vital para minimizar falhas, otimizar processos e maximizar a eficiência operacional. As melhorias implantadas se mostram eficazes e atendem os objetivos de aprimoramento elétrico e mecânico, garantindo a segurança do operador, de acordo com as Normas Regulamentadoras.

Palavra-chaves: Normas Regulamentadoras, Segurança, Torno Mecânico.

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico é um fenômeno contínuo e abrangente, que permeia todas as áreas de atuação humana. Dentro deste contexto, a busca por eficiência e aprimoramento constante se destaca como uma característica essencial ao desenvolvimento de novos equipamentos e processos. Um exemplo emblemático dessa evolução é o torno mecânico, uma máquina-ferramenta essencial para diversas atividades industriais, particularmente no setor de usinagem – figura 1.

Figura 1 – Torno mecânico atual.



Fonte: <https://vitorbuono.com.br/produtos/torno-mecanico-fel1342sm-8245/> acessado em 22nov24.

O trabalho propõe o aprimoramento do torno mecânico, com foco na conformidade com as Normas Regulamentadoras 10 (NR 10) e 12 (NR 12), que abordam, respectivamente, a segurança em instalações elétricas e a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

A relevância de tal análise se fundamenta na necessidade de garantir um ambiente de trabalho seguro e eficiente. As NRs foram desenvolvidas com o intuito de minimizar os riscos ocupacionais e promover a saúde e a integridade dos trabalhadores. A NR 10 estabelece os requisitos mínimos para a segurança em serviços de eletricidade, abrangendo desde a instalação até a manutenção de sistemas elétricos, enquanto a NR 12 define critérios para a segurança no manuseio de máquinas e equipamentos, com ênfase na prevenção de acidentes e na proteção dos operadores.

Historicamente, as condições de trabalho melhoraram significativamente desde a criação das primeiras legislações voltadas à proteção dos trabalhadores. No Brasil, a implementação das NRs representa um marco importante nesse processo, regulamentando práticas que visam a segurança e a saúde no ambiente de trabalho. Este trabalho não se limita à análise teórica das normas, mas também se propõe a aplicar metodologias práticas de melhoria no torno mecânico. As intervenções incluem:

- substituição de fusíveis por disjuntores motor;
- instalação de botoeiras e botões de emergência;
- adequação da sinalização;
- aterramento;
- implementação de dispositivos de proteção residual (DR) e contra surtos (DPS).

Tais melhorias visam não apenas a conformidade com as NRs, mas também a otimização dos processos de usinagem, a redução de falhas e o aumento da eficiência operacional.

A implementação de práticas seguras, conforme as diretrizes das NRs 10 e 12, é crucial para prevenir acidentes elétricos e garantir a integridade dos trabalhadores, bem como, para trazer benefícios econômicos, reduzindo custos associados a acidentes, paradas não planejadas e manutenção corretiva.

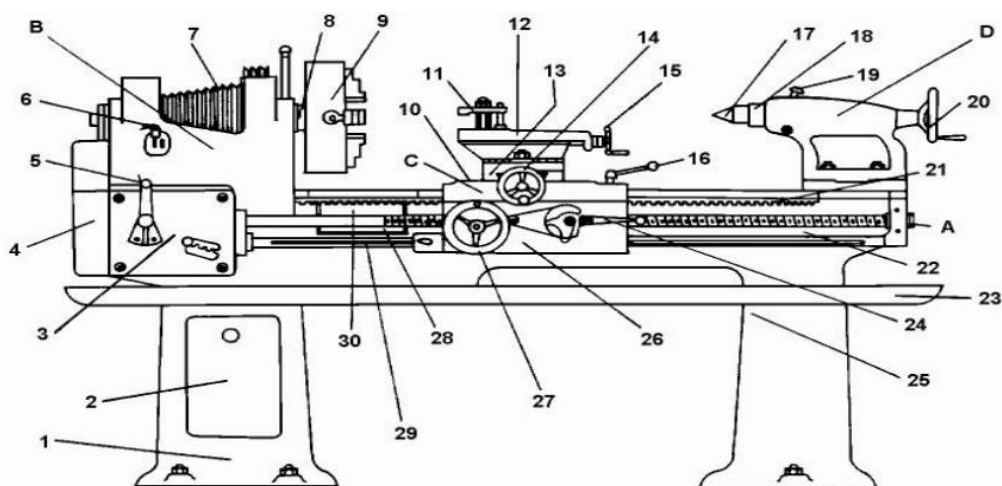
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Contexto e Importância do Torno Mecânico

Um torno é uma máquina-ferramenta extremamente versátil usada para fabricar ou terminar peças. Para isso, é utilizada uma placa para segurar a peça a ser usinada. Essas placas podem ser três porcas se a peça for cilíndrica, ou quatro se o contorno da peça for retangular. A máquina permite a usinagem de vários componentes mecânicos: permite a transformação de matérias-primas em peças com seções circulares, bem como qualquer combinação dessas seções. Consiste basicamente em uma unidade em forma de caixa que suporta uma estrutura chamada cabeça fixa.

A composição da máquina também contém duas superfícies de guia chamadas barramentos, que são temperadas e retificadas devido aos requisitos de durabilidade e precisão. O barramento é a base do torno, pois abriga a maioria dos acessórios, como telescópios, cabeçotes fixos e móveis. Para movimentos longitudinais, o torno básico possui carro principal e carro auxiliar para movimentos precisos, e para movimentos horizontais, carro transversal – figura 2 e tabela 1. Com este equipamento é possível fabricar eixos, polias, pinos, qualquer tipo de rosca, peças cilíndricas internas e externas, além de cones e esferas. Acoplado a diversos acessórios o torno pode também desempenhar as funções de outras máquinas-ferramentas, como fresadoras, plainas, retíficas ou furadeiras.

Figura 2 – Componentes do torno horizontal.



Fonte: <https://www.jorgestreet.com.br/wp-content/uploads/2020/03/TCC-REFORMA-E-MELHORIAS-%E2%80%93MICRO-TORNO-NARDINI-500ES.pdf> Acessado em 22nov24.

Tabela 1 – Descrição dos componentes

A. Barramento.	14. Volante
B. Cabeçote fixo.	15. Manivela do carro superior
C. Carro.	16. Trava do carro principal.
D. Cabeçote Móvel.	17. Contraponta.
1. Caixa Norton.	18. Volante do cabeçote móvel.
2. Pés.	19. Mangote.
3. Caixa de acessórios.	20. Manípulo de fixação.
4. Caixa engrenagens da grade.	21. Fuso.

5. Alavanca de velocidade do fuso.	22. Bandeja.
6. Alavanca de inversão marcha.	23. Alavanca.
7. Polia em degraus (em “V”).	24. Alavanca de engate do fuso.
8. Eixo principal.	25. Avental.
9. Placa de castanhas	26. Volante do carro principal.
10. Mesa do carro Principal.	27. Fundo da caixa
11. Porta ferramenta.	28. Vara.
12. Carro superior.	29. Cava.
13. Carro transversal.	30. Calço da Cava.

Fonte: <https://www.jorgestreet.com.br/wp-content/uploads/2020/03/TCC-REFORMA-E-MELHORIAS-%E2%80%93MICRO-TORNO-NARDINI-500ES.pdf> Acessado em 22nov24.

2.2 - História e Evolução do Objeto de Pesquisa

Os primeiros tornos conhecidos como torno de vara, bastante utilizado pelos artesãos durante toda a idade média e por volta do século XIX. O torno de vara foi inventado por Henry Maudslay e foi o primeiro a ser inventado. Tratava-se de uma corda com uma das pontas presa na ponta de uma vara e a outra ponta enrolada na peça que iria ser modelada. O trabalho era realizado quando a vara subia e puxava a corda fazendo a peça girar em torno do seu próprio eixo. Além desse torno foram inventados e aprimorados os seguintes:

TORNO DE FUSO: inventado por Henry Maudslay e precisava de duas pessoas para ser operado. Enquanto um servo girava a polia, o operador do torno, segurava a ferramenta com as mãos e usinava o material.

TORNO LEONARDO DA VINCI: Leonardo da VINCI projetou um torno que poderia ser operado por uma única pessoa, facilitando a operação. Esse torno trabalhava em movimento de rotação contínua.

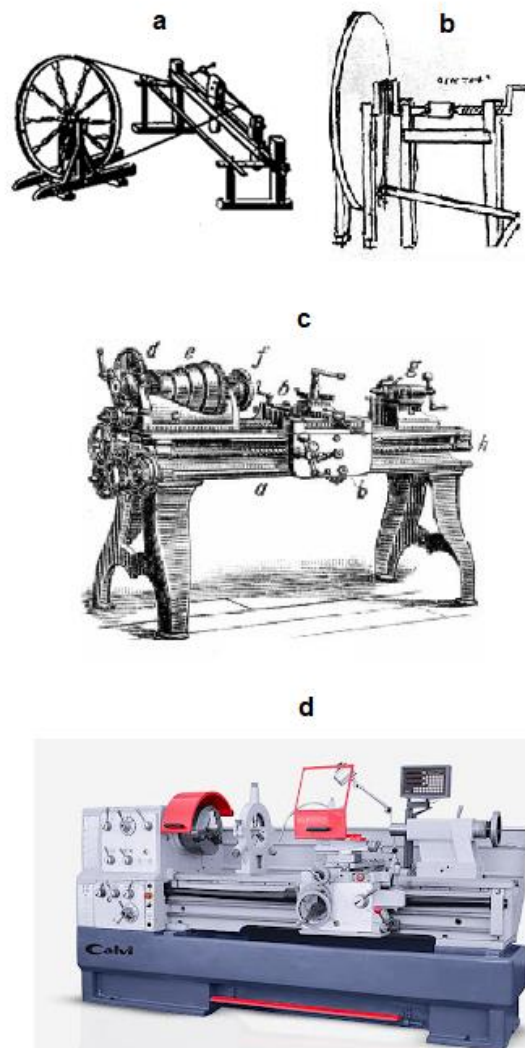
TORNO PARALELO: no meio do século XIX, Henry Maudslay e Joseph Whitworth, colocaram vários acessórios nos tornos da época, o que proporcionou um grande avanço na produção de peças no torno. Eles criaram o porta-ferramentas que possibilitou trabalhar com materiais mais duros, pois o torneiro não precisaria mais

segurar as peças com as mãos poupando esforço desnecessário, o recâmbio e o fuso para avanços automáticos. Acoplaram o torno a um motor a vapor e adicionaram uma polia escalonada para fazer troca de rotações de acordo com a precisão e a dureza do material para melhor acabamento e usinagem.

TORNO REVÓLVER: inventado em 1935 pelo alemão Hermann Traub. É um torno semi-automatizado. Possui uma torre que aloja diversas ferramentas, o que facilita sua operação.

TORNO UNIVERSAL: tipo mais comum hoje em dia. Serve para uma grande variedade de aplicações.

Figura 3 – Tornos: a) torno de fuso; b) torno Leonardo Da Vinci; c) torno paralelo; d) torno universal.



Fonte: imagem do google, acessado em 22nov24.

2.3. Normas e Requisitos da NR12 para Tornos Mecânicos

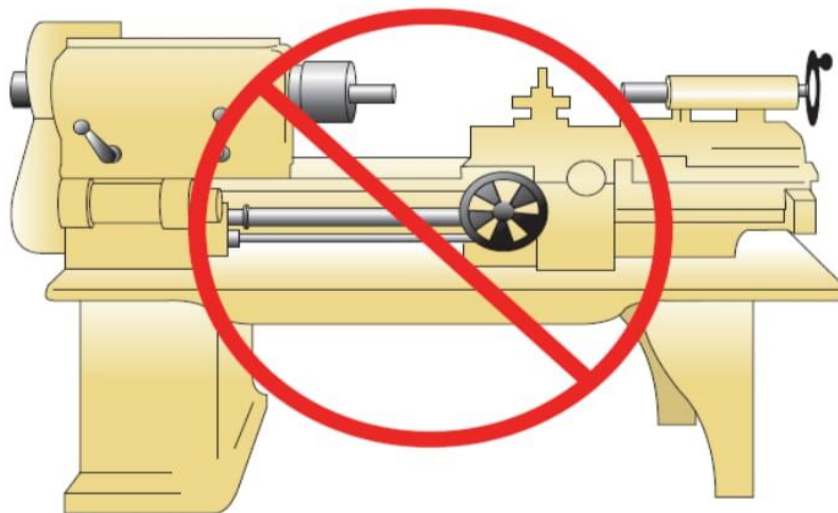
A NR12 determina uma série de requisitos mínimos para a operação segura de máquinas, que se aplicam diretamente ao torno mecânico. Entre os principais aspectos estão:

- **Proteções Físicas**

O torno mecânico deve ser equipado com dispositivos de segurança, como grades e tampas protetoras, que impeçam o acesso involuntário das mãos e outras partes do corpo a áreas perigosas da máquina, como o ponto de contato com a peça em movimento.

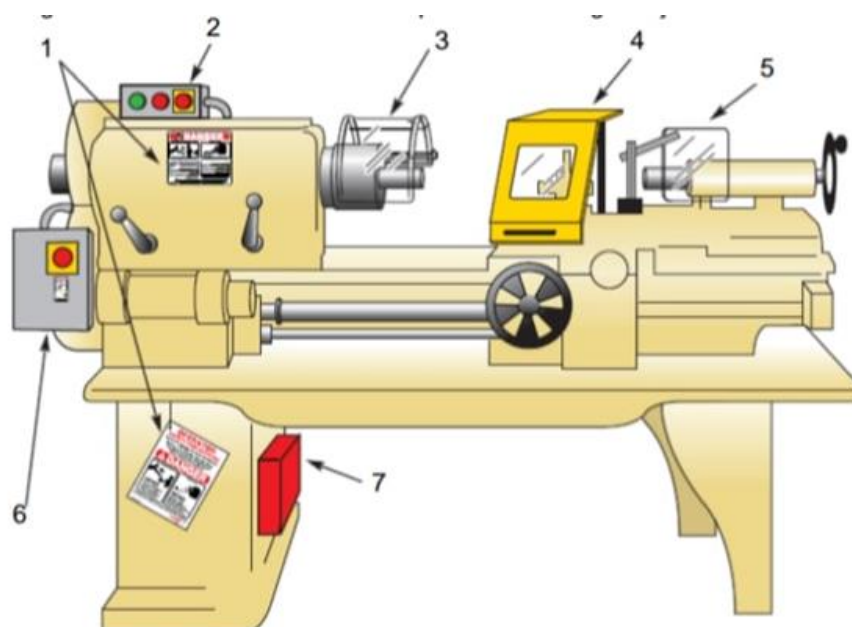
Devido ao torno mecânico convencional possuir uma zona de perigo ao operador, bem como possuir vários componentes que rotacionam, existe a necessidade de restringir o acesso a estes setores, instalando dispositivos de segurança – figura 4 e 5.

Figura 4 – Torno sem proteções (ilustrativo).



Fonte: imagem do google, acessado em 22nov24.

Figura 5 – Torno com proteções (ilustrativo).



Os dispositivos de segurança citados são:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Placas de perigo e precauções | 5. Proteção do cabeçote móvel |
| 2. Botão parada de emergência | 6. Painel de comando |
| 3. Proteção da árvore | 7. Freio motor |
| 4. Proteção do carro | |

Fonte: imagem do google, acessado em 22nov24

A implementação de dispositivos de segurança no equipamento é para restringir o acesso do operador à zona de perigo na operação, no torno mecânico convencional é onde existe a fixação da peça a ser produzida. É nesta parte que necessita agir preventivamente, pois neste setor pode haver a incidência de acidentes.

- **Dispositivos de Parada de Emergência**

O torno deve possuir sistemas de parada de emergência (botões ou cordões de parada) em locais de fácil acesso para o operador. Isso garante que, em situações de risco iminente, o equipamento possa ser desligado rapidamente.

- **Sinalização de Segurança**

O torno deve contar com sinalização visual (placas, etiquetas, luzes) e auditiva (campainhas ou alarmes) que alertem o operador sobre riscos específicos, como início de operação ou falhas mecânicas.

- **Comandos de Segurança**

Os comandos do torno, como botões e alavancas, devem ser de fácil acesso e operação, devendo ser projetados de forma que evitem acionamentos acidentais. A NR12 também exige que o sistema de acionamento permita a movimentação controlada e sem riscos de falhas.

- **Treinamento dos Operadores**

A NR12 exige que todos os operadores de tornos mecânicos recebam treinamento adequado sobre o funcionamento da máquina, suas funções de segurança e os procedimentos de emergência. O treinamento deve ser constante e atualizado conforme novas tecnologias ou mudanças na legislação.

- **Manutenção e Inspeções Periódicas**

A manutenção preventiva e as inspeções periódicas devem ser realizadas de acordo com o plano de manutenção do fabricante, com registros documentados, a fim de garantir que o torno continue funcionando de forma segura. A NR12 exige que qualquer defeito detectado seja corrigido imediatamente, sem comprometer a segurança do equipamento.

2.4. Implementação de Adequações no Torno Mecânico

A implementação dos dispositivos de segurança segue as seguintes etapas:

- **Inspeção Inicial**

A primeira etapa para adequação de um torno mecânico à NR12 é realizar uma inspeção detalhada, verificando as condições do equipamento e identificando áreas que necessitam de melhorias, como a instalação de proteções físicas ou a implementação de sistemas de parada de emergência.

- **Instalação de Proteções**

Se o torno não possuir proteções adequadas, é necessário instalar grades, tampas ou barreiras que impeçam o acesso às partes móveis da máquina. Essas proteções devem ser de materiais resistentes e facilmente removíveis para manutenção.

- **Atualização dos Dispositivos de Parada de Emergência**

Caso o torno não tenha dispositivos de parada de emergência em locais estratégicos, deve-se proceder com a instalação de botões de emergência em pontos de fácil acesso para o operador, garantindo rapidez na ação em situações de risco.

- **Implementação de Sinalização Adequada**

A sinalização visual e auditiva deve ser instalada, de forma a garantir que o operador tenha clareza sobre o status da máquina, indicando quando a máquina está em operação ou se há falhas que exijam atenção.

- **Treinamento Contínuo**

Implementar um programa contínuo de treinamento para todos os operadores do torno, incluindo instruções sobre como operar a máquina com segurança e como agir em emergências.

- **Procedimentos de Manutenção**

Adotar procedimentos rigorosos de manutenção preventiva, assegurando que o torno seja revisado regularmente e que todos os componentes de segurança estejam em bom funcionamento. Registros detalhados das inspeções e manutenções devem ser mantidos.

2.5. Fabricação e instalação do dispositivo de segurança

A fabricação do dispositivo de segurança foi realizada conforme as etapas:

- 1) Desenhos (modelamento realizado no software (AutoDesk Inventor Professional 2023): de conjunto (figura 6); explodido (figura 7); componentes individuais (figura 8 a, b e c) – todos de autoria própria.

Figura 6 – Desenho de conjunto.

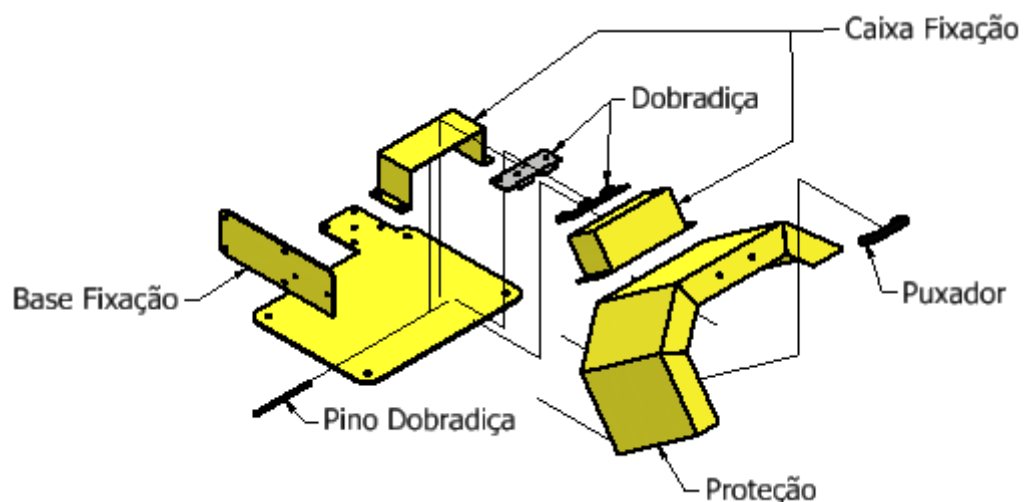


Figura 7 – Vista explodida.

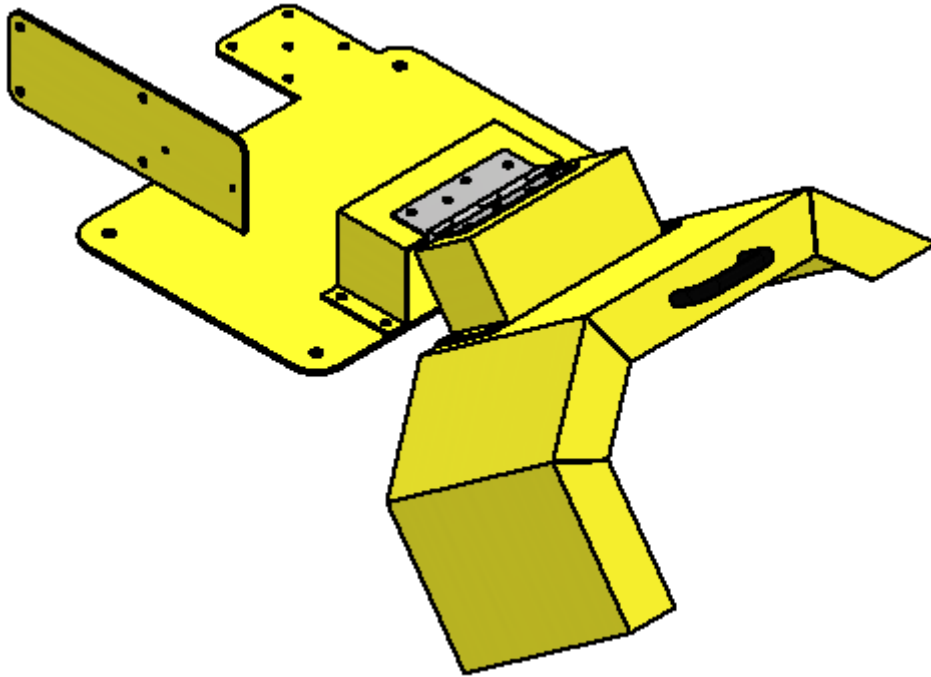
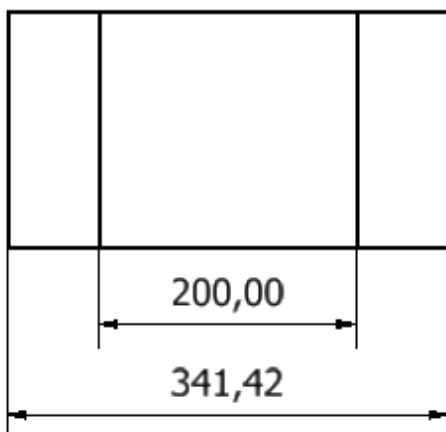
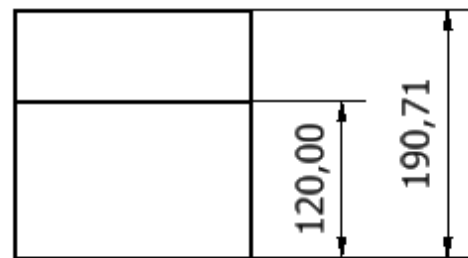
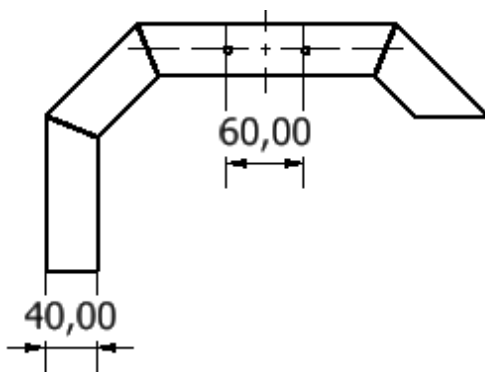
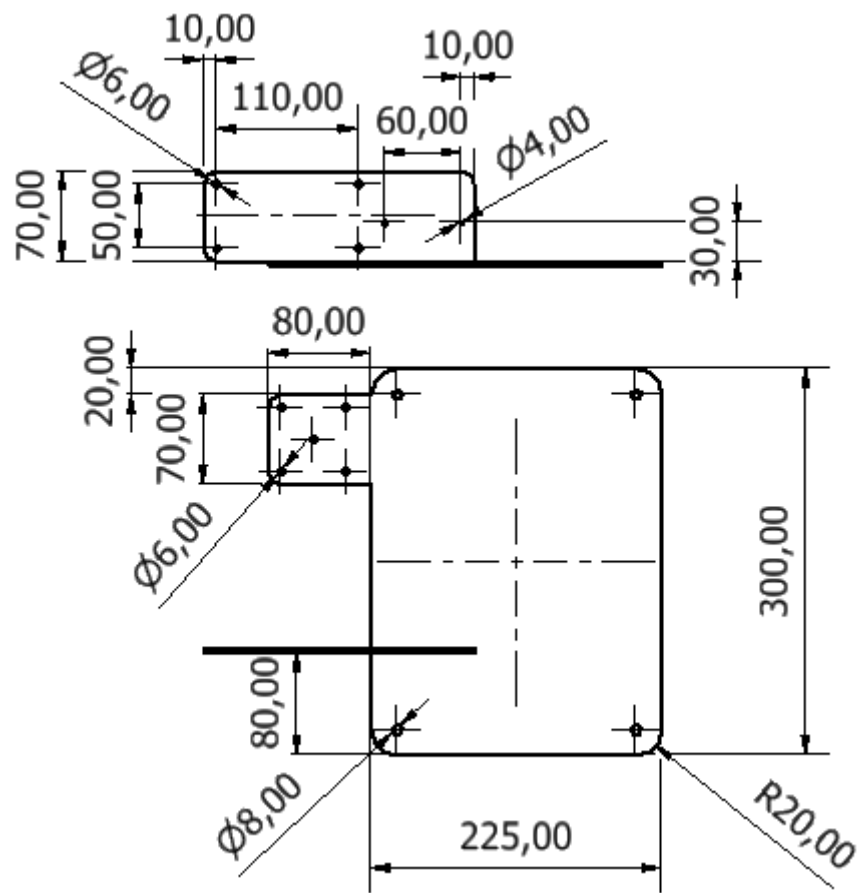


Figura 8 – a) proteção; b) base de fixação; c) caixa de fixação.

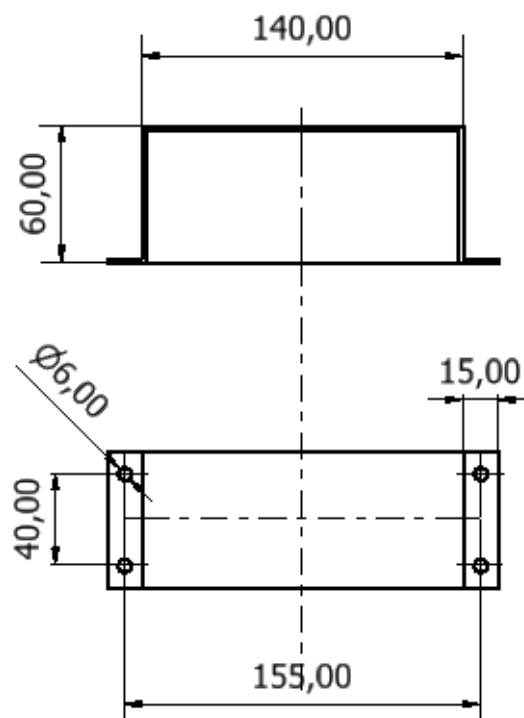
a)



b)



c)



2) Materiais:

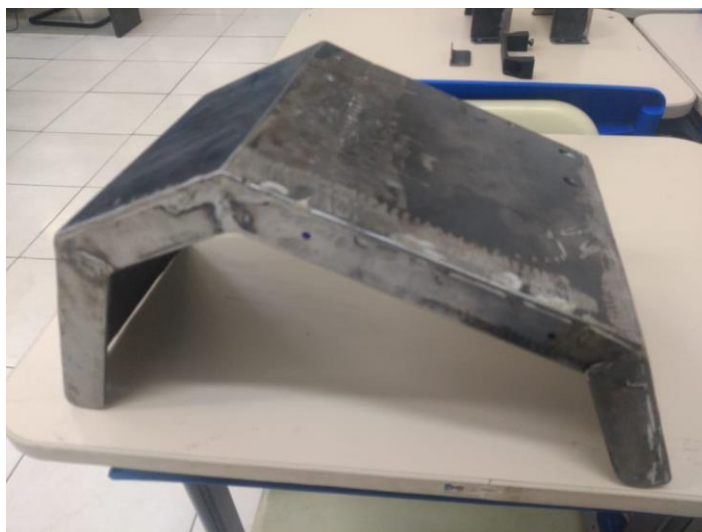
Os materiais utilizados, basicamente, foram: chapas de aço com espessura de 3,0mm e de 1,5mm. Os materiais foram doados por alunos e pela escola.

3) Métodos:

A fabricação foi realizada na escola e em oficinas parceiras (dobra das chapas), seguindo as seguintes etapas:

- Corte, dobra e furação da chapa da proteção – figura 9:

Figura 9 – Fabricação da proteção.



- Corte, furação e solda da base de fixação – figura 10:

Figura 10 – Fabricação da base de fixação.



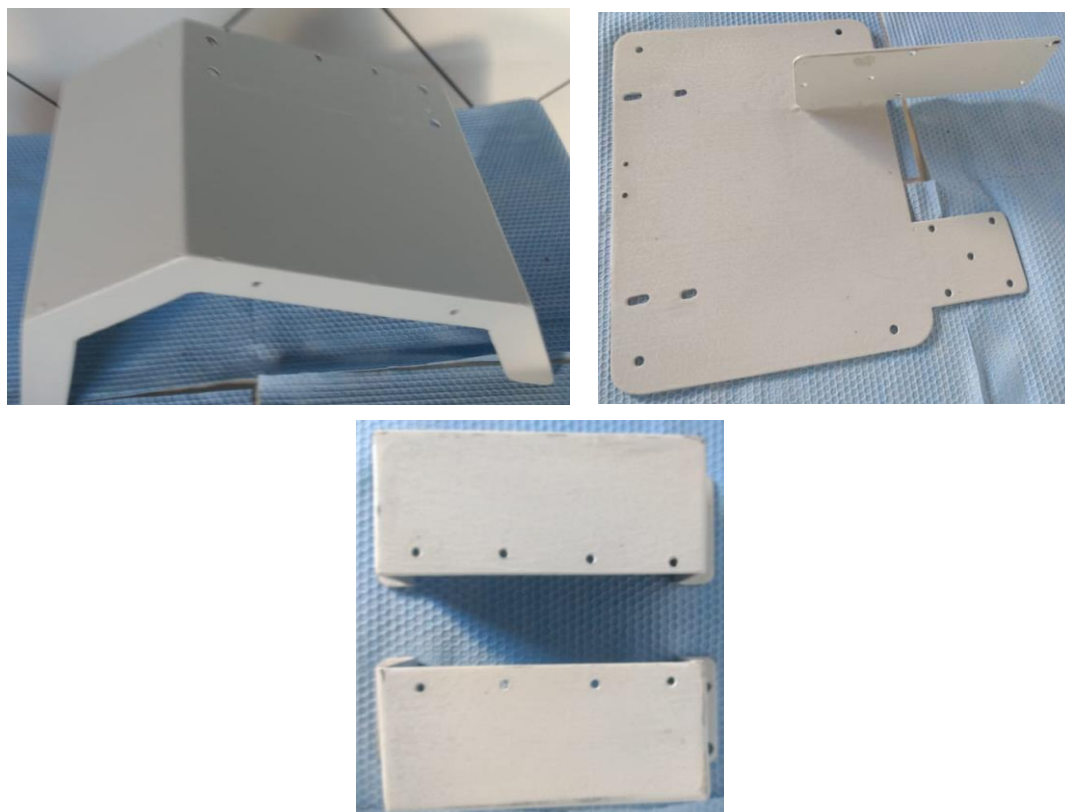
- Corte, dobra, furação e solda da caixa de fixação – figura 11:

Figura 11 – Fabricação da caixa de fixação.



- Pintura das peças – figura 12:

Figura 12 – Pintura das peças.



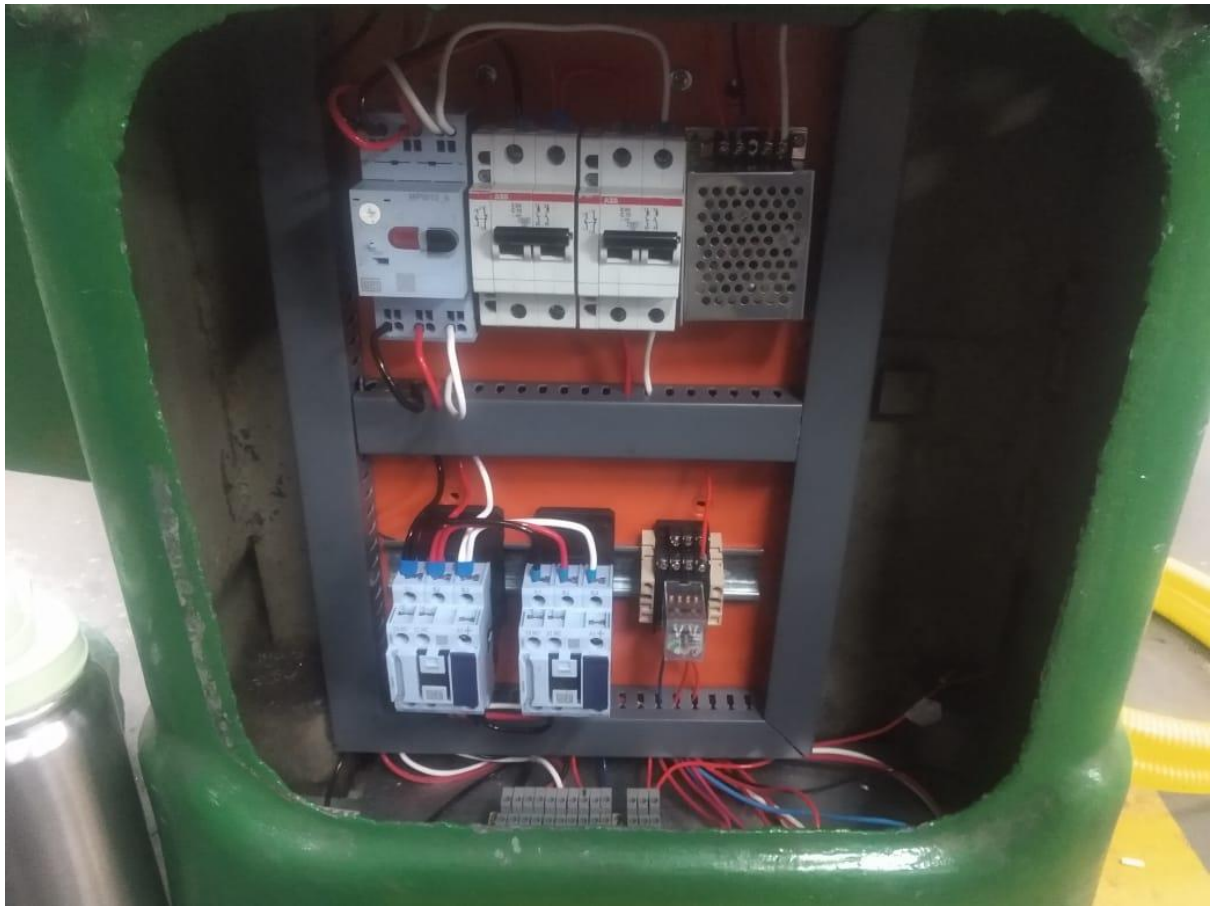
- Montagem das peças no torno – figura 13:

Figura 13 – Montagem das peças no torno.



- 4) A instalação da parte elétrica foi realizada pelo grupo de TCC da eletromecânica – figura 14:

Figura 13 – Montagem das peças no torno.



3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adequação dos tornos mecânicos às exigências da NR-12 é um passo crucial para garantir a segurança dos trabalhadores e a conformidade das empresas com a legislação vigente. A Norma Regulamentadora NR-12, ao estabelecer diretrizes claras sobre a segurança em máquinas e equipamentos, proporciona um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, reduzindo significativamente os riscos de acidentes e doenças ocupacionais.

Embora o processo de adequação envolva custos iniciais com modificações e treinamentos, os benefícios a longo prazo são inegáveis. A implementação de

dispositivos de segurança, como protetores e sistemas de emergência, bem como a formação contínua dos operadores, contribui para a diminuição de incidentes e promovem uma cultura de segurança dentro das empresas.

Entretanto, o processo de adaptação às exigências da NR-12 não está isento de desafios. As empresas frequentemente enfrentam dificuldades financeiras e culturais para implementar as modificações necessárias, além de uma possível resistência por parte dos trabalhadores, que podem não entender de imediato a importância de tais mudanças. Nesse sentido, é fundamental que as organizações invistam em treinamento e conscientização, criando um compromisso coletivo pela segurança no ambiente de trabalho.

Portanto, a adequação dos tornos mecânicos à NR-12 deve ser encarada não apenas como uma obrigação legal, mas como uma oportunidade de promover a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, aumentar a produtividade e minimizar custos com acidentes. Além disso, é uma prática que, a longo prazo, gera benefícios tanto para os empregados quanto para os empregadores, refletindo-se em um ambiente de trabalho mais seguro, eficiente e respeitador das normas de segurança.

A aplicação plena da NR-12, com a adaptação contínua dos equipamentos às novas exigências e o envolvimento ativo de todos os envolvidos no processo, é um compromisso necessário para a evolução da segurança no trabalho no Brasil, especialmente em setores como a metalurgia, onde os tornos mecânicos são amplamente utilizados.

A proteção no torno se mostrou eficiente, desligando a máquina quando acionada. A estrutura foi construída de forma robusta rígida para garantir um manuseio seguro e durável. O custo foi reduzido, uma vez que, a maioria dos materiais foram recebidos de doação.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Claudemir Claudino. TANIGUTI, Jorge. **Mecânica: projetos e ensaios mecânicos**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. 331p Manual Técnico Centro Paula Souza – Mecânica volume 1.