

ETEC “PROF^a. ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ”

Técnico em Mecânica

Adrian Gabriel Alves Carcelim

Caique Carvalho dos Santos

Edwardo Velasco Alves

Felype Rogério de Souza Santos

Naum Asafe de Souza

Rogério Adriano Ribeiro

Victor Hugo Luiz

REFORMA NO TORNO MECÂNICO – IMOR PRN-320

Araraquara-SP

2023

Adrian Gabriel Alves Carcelim
Caique Carvalho dos Santos
Edwardo Velasco Alves
Felype Rogério de Souza Santos
Naum Asafe de Souza
Rogério Adriano Ribeiro
Victor Hugo Luiz

REFORMA NO TORNO MECÂNICO – IMOR PRN-320

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC "Prof.^a Anna de Oliveira Ferraz", do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do título de Técnico em Mecânica sob a orientação do Professor Edgar Bergo Coroa.

Araraquara-SP

2023

Adrian Gabriel Alves Carcelim
Caique Carvalho dos Santos
Edwardo Velasco Alves
Felype Rogério de Souza Santos
Naum Asafe de Souza
Rogério Adriano Ribeiro
Victor Hugo Luiz

REFORMA NO TORNO MECÂNICO – IMOR PRN-320

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Profa. Anna de Oliveira Ferraz como exigência parcial para obtenção do título de **Técnico em Mecânica**.

Aprovado em 23 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Orientador: **Flavio Lourencetti**

Prof. Avaliador: **Edgar Bergo Coroa**

Prof. Avaliador: **Edson Mello**

Dedicamos esta obra aos
nossos familiares.

AGRADECIMENTO

Aqui registramos nossa imensa gratidão a Deus, nossos Pais e todos aqueles que estiveram ao nosso lado no decorrer dessa jornada, pelo incentivo e por sempre acreditarem que essa realização seria possível.

Agradecemos ao nosso professor e coordenador Edgar Bergo Coroa, pela amizade, dedicação e orientação durante a elaboração deste trabalho; e ao nosso professor e orientador Flávio Tadeu Lourencetti, pela amizade, dedicação e grande incentivo para a execução deste projeto. Somos, também, grandemente gratos à Etec Prof. ^a Anna de Oliveira, que foi fundamental para realização do projeto aprender e observar os conceitos da mecânica.

Deixamos agradecimentos aos colegas de classe, em especial aos companheiros de grupo deste TCC e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão do nosso trabalho.

Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda!

MARIO SERGIO CORTELLA

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem por principal objetivo, apresentar a reforma de uma máquina ferramenta presente na oficina de mecânica da ETEC Prof. Anna de Oliveira Ferraz, um torno mecânico paralelo da marca IMOR, modelo PRN-320. Será abordado o desenvolvimento de um processo de reforma (também conhecido como *retrofiting*) onde será detalhado passo a passo a desmontagem, a implantação de melhorias na máquina e a viabilidade econômica deste projeto, visando seguir as boas práticas de saúde e segurança estando de acordo com as normas regulamentadoras em destaque a NR-12.

Palavras-chave: máquina, torno, reforma, segurança, melhorias.

ABSTRACT

This course conclusion work has as main objective, to present the reform of a machine tool present in the mechanical workshop of ETEC Prof. Anna de Oliveira Ferraz, a parallel lathe from the brand IMOR, model PRN-320. The development of a reform process (also known as retrofitting) will be addressed, where the disassembly, the implementation of improvements in the machine and the economic viability of this project will be detailed step by step, aiming to follow good health and safety practices in accordance with regulatory standards highlighting the NR-12.

Keywords: machine, lathe, reform, safety, improvements.

Lista de Figuras

Figura 1 - Torno Mecânico Antigo	15
Figura 2 – Torno mecânico IMOR PRN-320 a ser reformado.....	16
Figura 3 – Torno de vara usado na idade média.....	17
Figura 4 – Torno de fuso.	17
Figura 5 – Inovações no torno, por Moudslay e Whitworth.....	18
Figura 6 – Painel Elétrico	20
Figura 7 – Motor Elétrico	20
Figura 8 – Torno horizontal.....	23
Figura 9 – Torno de placa.....	23
Figura 10 – Torno vertical.....	24
Figura 11 – Torno revolver	25
Figura 12 – Torno copiador	25
Figura 13 – Torno CNC	26
Figura 14 – Desmontagem do avental e carro principal	27
Figura 15 – Engrenagens da caixa de avanços.....	28
Figura 16 – Engrenagens da caixa de velocidade.....	28
Figura 17 – Lixando o Torno com Folhas de Lixas.....	29
Figura 18 – Realizando ajustes na superfície.....	30
Figura 19 – Empapelamento do Torno	30
Figura 20 – Tintas usadas na pintura do torno	31
Figura 21 – Aluno pintando a estrutura do torno (a)	32
Figura 22 – Aluno pintando a estrutura do torno (b)	32
Figura 23 – Estrutura pintada parcialmente.....	33
Figura 24 – Estrutura pintada parcialmente.....	33
Figura 25 – Tampa do cabeçote fixo	34
Figura 26 – Tampa frontal da caixa Norton	35
Figura 27 – Fusos de movimentação automática.....	35
Figura 28 – Avental do carro principal	36
Figura 29 – Proteção do recambio com o suporte de ferramentas.....	36
Figura 30 – Painel original da máquina	37
Figura 31 – Diagrama elétrico feito no CAD-e SIMU	38

Figura 32 – Aluno montando painel elétrico	38
Figura 33 – Painel elétrico montado	39
Figura 34 – Botão de emergência	40
Figura 35 – Torno finalizado	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos	13
1.2. Justificativa.....	13
1.3. Metodologia	13
1.4. Estrutura do Trabalho	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. Máquinas de Usinagem – Torno Mecânico	15
2.2. Torno de Vara	16
2.3. Torno de Fuso.....	17
2.3.1. Inovações do torno mecânico.....	18
2.3.2. Painel elétrico	19
2.3.3. Motor elétrico	20
3. CLASSIFICAÇÃO DOS TORNOS MECÂNICOS	22
3.1. Tornos Horizontais.....	22
3.2. Torno de Placa.....	23
3.3. Tornos Verticais	24
3.4. Torno Revólver	24
3.5. Tornos Copiadores.....	25
3.6. Tornos CNC.....	26
4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	27
4.1. Descrição Passo A Passo da Reforma do Torno.....	27
4.1.1. Preparação para pintura	29
4.1.2. Pintura do torno mecânico.....	31
4.2. Montagem Mecânica do Torno	34
4.3. Instalação Elétrica do Torno Mecânico	37
4.4. Teste Final do Torno Mecânico	40
4.5. Custos do Projeto.....	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS	43
Anexo A – Termo de Autorização para Coleta de Dados.....	44

Anexo B – Termo de Autorização de Divulgação	45
Anexo C – Declaração de Autenticidade	46
Anexo D – Cronograma de Atividades	47

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho, será abordado um projeto de reforma de um torno mecânico que tem primariamente a intenção de modernizar uma máquina antiga onde as adequações consideram maiormente a segurança do operador, e aumentar a disponibilidade de máquinas na oficina mecânica da escola.

1.1. Objetivos

Neste trabalho foi colocado em prática os conhecimentos adquiridos ao no decorrer do curso Técnico em Mecânica e exercer os conhecimentos adquiridos no dia a dia de trabalho por cada um dos integrantes deste projeto. O grupo tem por propósito também em aumentar a disponibilidade de máquinas no laboratório de usinagem da Etec Anna de Oliveira Ferraz com a condição de que os discentes possam aprender com conforto e segurança.

1.2. Justificativa

Nesta obra pode ser observado o passo a passo da reforma de um torno mecânico, onde foi detalhado o processo de desmontagem, verificação das partes da máquina, a análise preliminar de riscos e preparação para pintura.

1.3. Metodologia

Buscando atingir o objetivo principal, foram feitas várias pesquisas por todos os membros e realizado um levantamento de materiais que precisavam ser comprados, o grupo pesquisou em algumas lojas os valores para ter o menor gasto possível e manter a qualidade. Para tanto dividimos o trabalho em 6 etapas:

- Avaliação e desmontagem;
- Preparação para pintura

- Pintura;
- Montagem da parte mecânica;
- Montagem da parte elétrica;
- Teste da máquina.

1.4. Estrutura do Trabalho

O trabalho foi dividido em 6 partes, onde todas elas especificam cada área trabalhada, sendo a etapa da avaliação e desmontagem, preparação, pintura, montagem mecânica, montagem elétrica e por fim, o teste final da máquina. Todas as etapas são descritas como passo-a-passo e retratado através de fotos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O objetivo deste capítulo foi apresentar os fundamentos teóricos do presente estudo, a fim de facilitar a compreensão do objetivo deste trabalho. A princípio, foi estudado sobre o maquinário industrial, focado no setor de usinagem, dando sequência dissertando a respeito do Torno Mecânico Convencional, e sobre as suas partes, funcionalidades e características da usinagem.

2.1. Máquinas de Usinagem – Torno Mecânico

De acordo com o site usinagem online (2017), por volta do século XIX, com o desenvolvimento do aço rápido, os trabalhos voltados para a usinagem foi se aprimorando e tendo suas utilidades e funcionalidades, mesmo que possua boa parte das atividades sendo feita com o esforço físico, ao passar dos anos, foi se desenvolvendo a tecnologia necessária para a utilização de ferramentas mais práticas e funcionais (Fig.1).



Figura 1 - Torno Mecânico Antigo

Fonte: <http://usinagemonline.blogspot.com/2017/10/torno-mecanico-mais-antiga-maquina.html>

A partir ano de 1906, foi implantado a ideia de utilizar um motor no interior do torno, sendo somente em 1925, a implantação do motor elétrico, onde é utilizado até os dias atuais. Com o desenvolvimento do conhecimento sobre o tema, foi se criando várias tecnologias para a ferramenta, sendo no ano de 1960, a utilização do torno automático, sendo assim, possibilitando a fabricação de diversas peças e materiais da forma semelhante as atuais (Fig.2).



Figura 2 – Torno mecânico IMOR PRN-320 a ser reformado
Fonte: Autores, (2023)

2.2. Torno de Vara

De acordo com Senai (2001), o torno desde antigamente é utilizado como meio de fabricar rodas, partes de bombas d'água, cadeiras, mesas, e utensílios domésticos. Sabe-se que antigas civilizações, a exemplo dos egípcios, assírios e romanos, já utilizavam antigos tornos como um meio fácil de fazer objetos com formas redondas. Os Tornos de vara foram muito utilizados durante a idade média e continuaram a ser utilizado até o século XIX por alguns artesãos. Nesse sistema de torno a peça a ser trabalhada era amarrada com uma corda presa numa vara sobre a cabeça do artesão e sua outra extremidade era amarrada a um pedal. O pedal quando pressionado puxava a corda fazendo a peça girar, a vara por sua vez fazia o retorno. Por ser fácil de montar esse tipo de torno permitia que os artesãos se deslocassem facilmente para lugares onde houvesse a matéria prima necessária para eles

trabalharem. (Fig. 2).

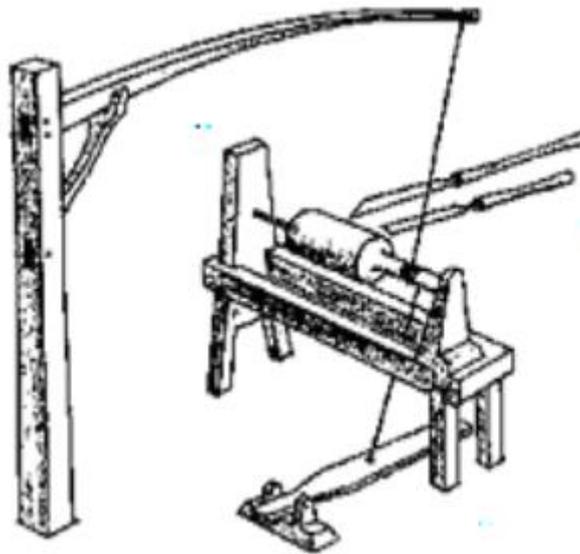


Figura 3 – Torno de vara usado na idade média.
Fonte: Senai (2001)

2.3. Torno de Fuso

De acordo com Senai, (2001), a necessidade de uma velocidade contínua de rotação fez com que fossem criados os Tornos de Fuso. Esses tornos necessitavam de duas ou mais pessoas, dependendo do tamanho do fuso, para serem utilizados. Enquanto um servo girava a roda, o artesão utilizava suas ferramentas para dar forma ao material. Esse torno permitia que objetos maiores e com materiais mais duros fossem trabalhados (Fig.3).

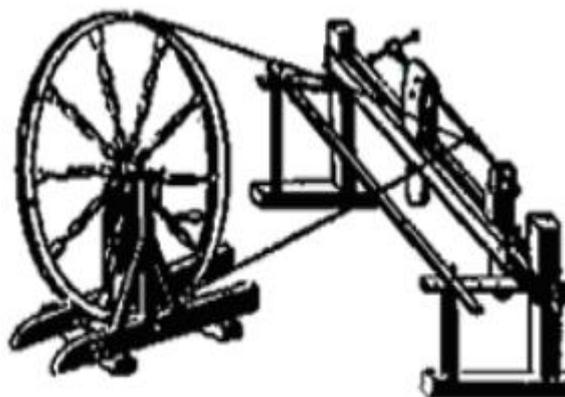


Figura 4 – Torno de fuso.
Fonte: Senai (2001)

2.3.1. Inovações do torno mecânico

De acordo com Moudslay e Whitworth (1906), com a invenção da máquina a vapor por James Watt, os meios de produção como teares e afins foram adaptados à nova realidade. O também inglês Henry Moudslay adaptou a nova maravilha a um torno criando o primeiro torno a vapor.

Essa invenção não só diminuía a necessidade de mão de obra, uma vez que os tornos podiam ser operados por uma pessoa apenas, como também fez com que a mão de obra se tornasse menos especializada. À medida que a manufatura se tornava mais mecânica e menos humana as caras habilidades dos artesãos eram substituídas por mão de obra barata. Isso deu condições para que Whitworth em 1860 mantivesse uma fábrica com 700 funcionários e 600 máquinas ferramenta. Moudslay e Whitworth ainda foram responsáveis por várias outras mudanças nos tornos da época, como o suporte para ferramenta e o avanço transversal. Essas inovações são mais bem observadas na ilustração abaixo na figura 5.

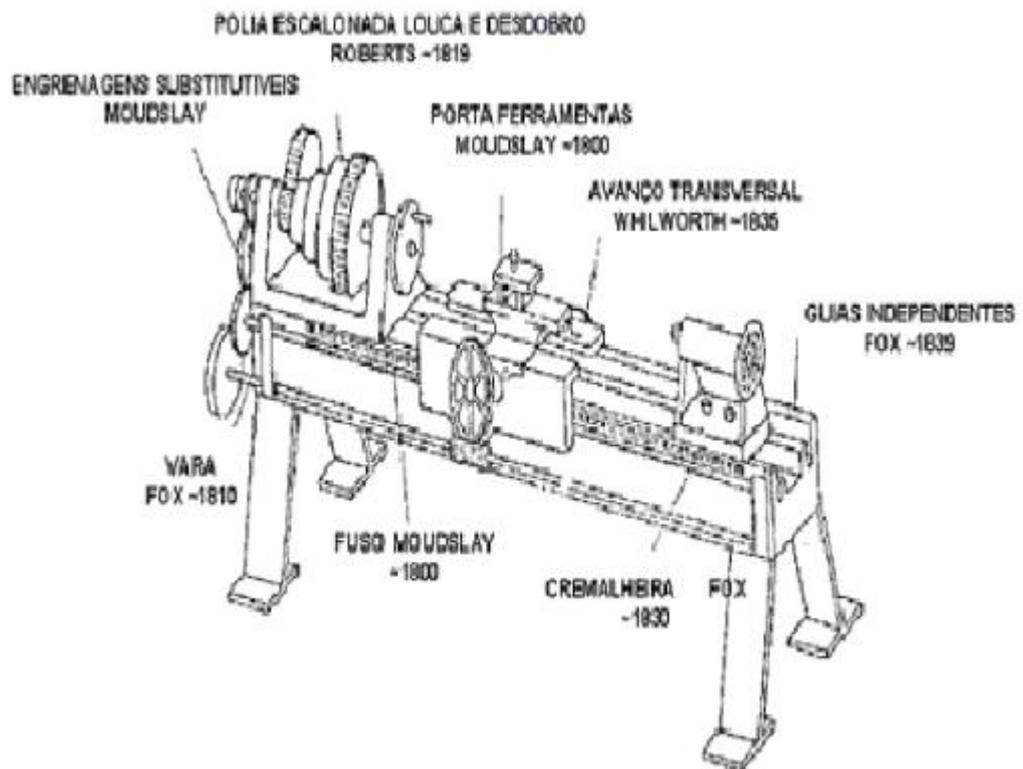


Figura 5 – Inovações no torno, por Moudslay e Whitworth
Fonte: Senai (2001)

O torno já tem incorporado todas as modificações feitas por Moudslay e Whitworth. A correia motriz é movimentada por um conjunto de polias de diferentes diâmetros, o que possibilitava uma variada gama de velocidades de rotação. Sua propulsão era obtida através de um eixo acionado por um motor, o que fixava a máquina a um local específico.

Em 1925, surge o Torno Paralelo: o problema de ter de fixar o torno é resolvido pela substituição do mesmo por um motor elétrico nos pés da máquina. A variação de velocidades vinha de uma caixa de engrenagem, e desengates foram postos nas sapatas para simplificar alcances de rotação longos e repetitivos. Apesar de apresentar dificuldades para o trabalho em série devido a seu sistema de troca de ferramentas, é o mais usados atualmente.

Em 1960, para satisfazer a exigência de grande rigidez criou-se uma estrutura completamente fechada; criou-se o Torno Automático. A máquina é equipada com um engate copiador que transmite o tipo de trabalho do gabarito por meio de uma agulha.

Em 1978, é inventado o torno de CNC (Comando Numérico Computadorizado), que, apesar de não apresentar nenhuma grande mudança na sua mecânica, substituiu os mecanismos usados para mover o cursor por microprocessadores. O uso de um painel permite que vários movimentos sejam programados e armazenados permitindo a rápida troca de programa.

2.3.2. Painel elétrico

Painel elétrico (Fig.6), ou quadro de distribuição, é uma solução criada para receber e distribuir energia elétrica, ou seja, o painel recebe energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e a envia para um ou mais circuitos. Pode parecer simples, mas esse equipamento elétrico é responsável por administrar todo o sistema de energia elétrica e é essencial em qualquer ambiente que precise de energia elétrica para funcionar e realizar suas atividades de maneira automatizada, segura e eficiente. Deve-se concentrar no painel de comando elétrico, um equipamento essencial para o setor industrial ao unificar e facilitar a alimentação e o controle de diversos equipamentos (wtaengenhariaeletrica.com, 2023).



Figura 6 – Painel Elétrico

Fonte: <https://www.wtaengenhariaeletrica.com.br/instalacao-painel-eletrico#group1-3>

2.3.3. Motor elétrico

Um motor elétrico é uma máquina capaz de converter energia elétrica em energia mecânica ou movimento. De acordo com o seu modelo, pode funcionar com alimentação em corrente contínua ou corrente alternada (Fig.7).

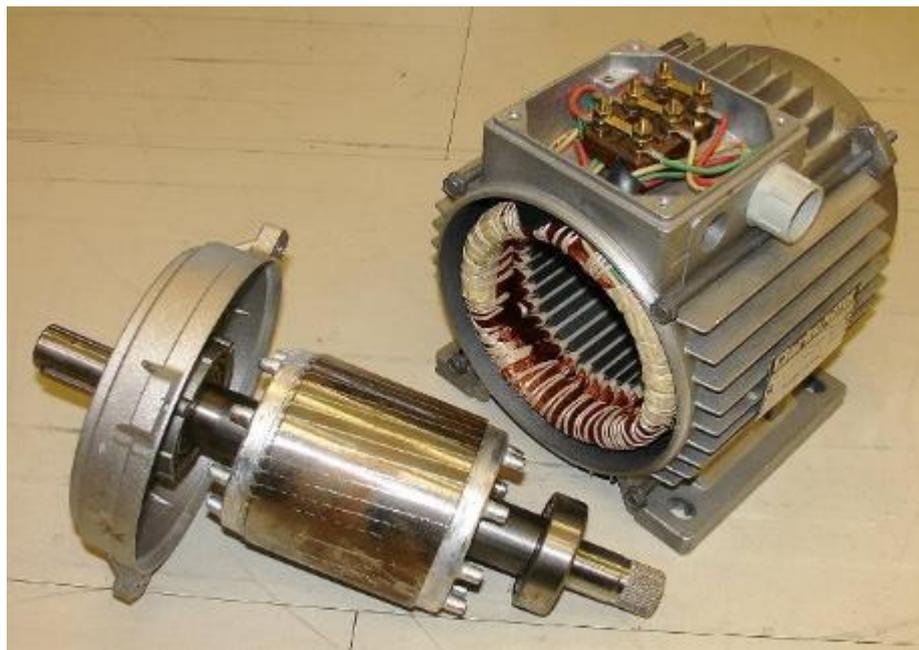


Figura 7 – Motor Elétrico

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9trico

Desde que foi inventado, o motor elétrico foi sendo cada vez mais aperfeiçoado, de forma que consumisse uma menor quantidade de energia elétrica e pudesse entregar um maior rendimento. O motor elétrico hoje é considerado uma máquina de grande importância devida estar integrada em grandes processos industriais e até mesmo em nosso uso cotidiano, como é o caso dos eletrodomésticos.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS TORNOS MECÂNICOS

Para atender às numerosas necessidades, a técnica moderna põe à nossa disposição uma grande variedade de tornos que diferem entre si pelas dimensões, características, forma construtiva etc.

A escolha do tipo de torno adequado para a execução de uma determinada fabricação deverá ser feita baseando-se nos seguintes fatores:

- Dimensões das peças a produzir
- Forma das mesmas
- Quantidade a produzir
- Possibilidade de obter as peças diretamente de vergalhões (barras, perfis).
- Grau de precisão exigido.

A classificação mais simples é a seguinte:

- Tornos horizontais ou de pontas
- Tornos de placa
- Tornos verticais
- Tornos revólver
- Tornos copiadores
- Tornos especiais
- Torno CNC

3.1. Tornos Horizontais

Os tornos horizontais são os mais comuns e mais usados frequentemente. Por apresentarem dificuldade na mudança de ferramentas, não oferecem grandes possibilidades de fabricação em série. (Fig. 8).



Figura 8 – Torno horizontal

Fonte: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/463-torno-mecanico-horizantal/>

3.2. Torno de Placa

O torno de placa é um torno de grande altura de pontas, empregado para tornear peças curtas e de grande diâmetro, tais como polias, volantes, rodas, etc. (Fig.9).

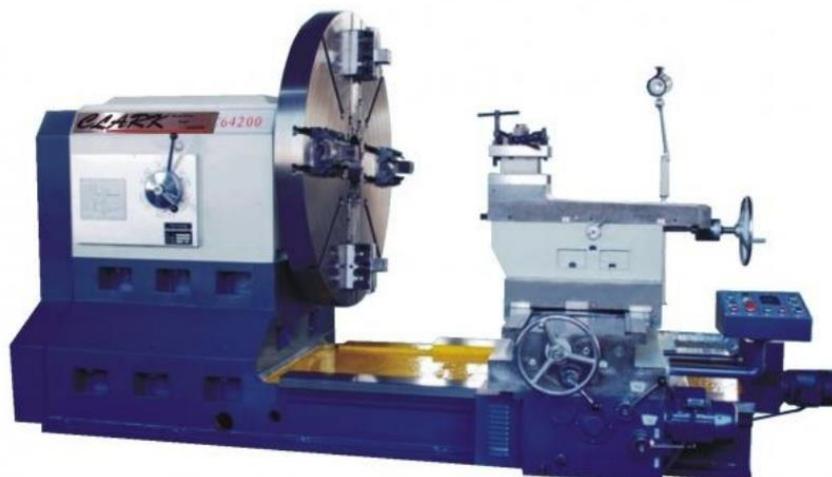


Figura 9 – Torno de placa

Fonte: <https://www.rmlmaquinas.com.br/loja/noticia.php?loja=762235&id=83>

3.3. Tornos Verticais

Os tornos verticais, com eixo de rotação vertical, são empregados para tornear peças de grande tamanho, como volantes, polias, rodas dentadas, etc., a qual por seu grande peso, se pode montar mais facilmente sobre a plataforma redonda horizontal que sobre uma plataforma vertical (Fig.10).



Figura 10 – Torno vertical

Fonte: <https://www.maquinariamarquez.com/pt-pt/fichas-maquinas-ocasion/torno-vertical-nessor-tv-165/>

3.4. Torno Revólver

Os tornos revólver apresentam a característica fundamental que é o emprego de várias ferramentas convenientemente dispostas e preparadas para realizar as operações em forma ordenada e sucessiva o que obriga o emprego de dispositivos especiais, um dos quais é o porta-ferramenta múltiplos, a “torre revólver” – castelo (Fig.11).



Figura 11 – Torno revolver

Fonte: <https://www.servitecautomaticos.com.br/torno-revolver-ergomat-thr26>

3.5. Tornos Copiadores

Os tornos copiadores permitem obter peças com forma de sólidos de revolução de perfil qualquer. Para poder realizar estes trabalhos, é necessário que a ferramenta esteja animada de dois movimentos simultâneos: um de translação, longitudinal e outro de translação, transversal, em relação à peça que se trabalha.

O torno comum pode transformar-se em um torno copiador substituindo-se o avanço transversal do carro porta-ferramenta por um mecanismo apropriado. (mostra – se abaixo torno copiador figura 12).



Figura 12 – Torno copiador

Fonte: <https://www.falmaq.it/pt/prodotto/905-tornio-copiatore-marca-centauro>

3.6. Tornos CNC

São tornos que empregam um moderno processo alternativo de produção comandado por um computador que controla os movimentos da máquina. Esse computador leva o nome de comando numérico computadorizado ou controle numérico computadorizado, abreviadamente CNC (Fig. 13).

Oferece maior flexibilidade, rendimento e operações diversas, além de excelentíssima precisão em menor tempo. Além de grande produtividade é excelente na construção de peças complexas com economia de dispositivos e de ferramentas especiais. O controle numérico é um sistema que interpreta um conjunto de instruções pré-gravadas, codificadas em alguns formatos simbólicos, permitindo a máquina executar as instruções e ainda verificar os resultados para que a precisão seja mantida. As desvantagens só dizem respeito ao alto custo de investimento e problemas com programação, o que, com o passar dos tempos vem sofrendo quedas devido ao custo de implantação dos sistemas de CAD/CAM, vem se tornando cada vez mais acessível.



Figura 13 – Torno CNC

Fonte: <https://www.romi.com/produtos/tornos-cnc-romi-centur/>

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Verificamos com o orientador uma máquina para realizar a reforma. Observou-se inicialmente as condições atuais (estrutura, barramento, movimento dos carros, ruído das caixas de engrenagens e painel elétrico).

4.1. Descrição Passo A Passo da Reforma do Torno

- a) Iniciou-se a desmontagem dos carros e dos varões do avental da máquina, foram necessárias algumas ferramentas como chaves Allen de diversos tamanhos, algumas chaves fixas de diversos tamanhos e um martelo;
- b) Foi esgotado o óleo da caixa de engrenagem do cabeçote fixo e da caixa Norton, embora estivessem com pouquíssimo óleo;
- c) Desmontamos o painel elétrico e retiramos o motor e as engrenagens do recambio para a caixa de avanços;
- d) A tarefa de desmontagem foi executada por todos os membros do grupo, visto que, algumas partes poderiam ser pesadas ou até mesmo difíceis de se transportar.



Figura 14 – Desmontagem do avental e carro principal
Fonte: Autores, (2023).



Figura 15– Engrenagens da caixa de avanços
Fonte: Autores, (2023).



Figura 16– Engrenagens da caixa de velocidade
Fonte: Autores, (2023).

4.1.1.Preparação para pintura

- a) Iniciou-se realizando o lixamento com lixa-ferro grão 80 e 320;
- b) Quebramos a primeira camada de tinta do torno inteiro, se atentando aos trilhos e engrenagens;
- c) Por se tratar de uma camada muito espessa, usamos removedor pastoso para ganhar tempo;
- d) Com o auxílio de uma lixadeira elétrica, e um disco flap, tiramos o excesso de tinta que não foi removida com a lixa, para corrigir imperfeições da superfície;
- e) Utilizando algumas folhas de jornal velho, cobrimos todas as peças que não desejamos que seja pintada, peças como a placa e suas castanhas, as engrenagens e polias, e o principal, o barramento.
- f) Usando uma fita, podemos cobrir todos os pontos onde o jornal não permite ser fixado ou protegido.



Figura 17– Lixando o Torno com Folhas de Lixas
Fonte: Autores, (2023).



Figura 18 – Realizando ajustes na superfície
Fonte: Autores, (2023).



Figura 19– Empapelamento do Torno
Fonte: Autores, (2023).

4.1.2. Pintura do torno mecânico

a) Iniciou-se o processo de pintura pela estrutura do torno (Fig.20), utilizando os rolos, fazendo os movimentos suaves para evitar respingo em áreas não-desejadas. Para áreas de difícil acesso, aconselhamos o uso das trinchas, sempre lembrar de passar com movimentos suaves, para evitar o contato de algumas cerdas em áreas não permitidas. Para começar a pintar todo o torno, é necessárias as seguintes ferramentas:

- Rolo de Espuma (5 cm)
- Trinchas 312
- Thinner ou Aguarrás
- Tintas (adotando as cores padrão da escola, utilizaremos as tintas Azul Munsell e Cinza Ral, pois são os tons de cores recomendadas para esse tipo de máquina.)
- Estopas



Figura 20 – Tintas usadas na pintura do torno
Fonte: Autores, (2023).

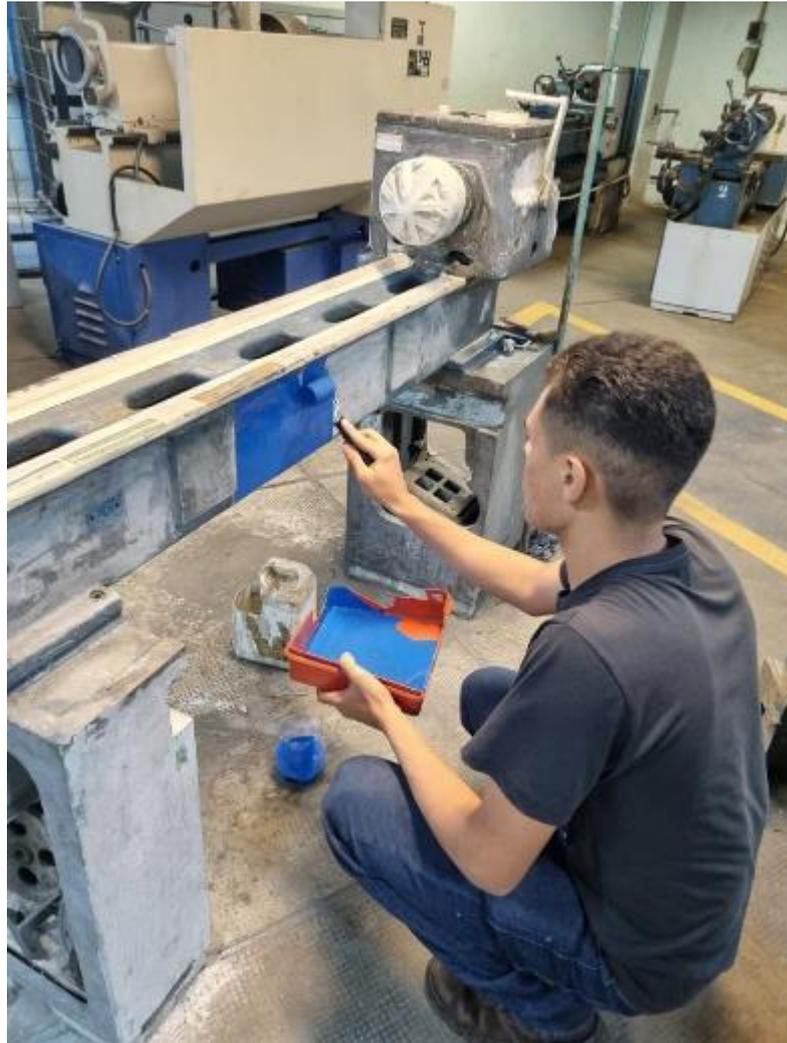


Figura 21 – Aluno pintando a estrutura do torno (a)
Fonte: Autores, (2023).



Figura 22 – Aluno pintando a estrutura do torno (b)
Fonte: Autores, (2023).



Figura 23 – Estrutura pintada parcialmente
Fonte: Autores, (2023).



Figura 24 – Estrutura pintada parcialmente
Fonte: Autores, (2023).

4.2. Montagem Mecânica do Torno

- a) Após a pintura começamos a montagem com a realocação da tampa do cabeçote fixo, onde fabricamos uma junta em papel hidráulico. Isso foi feito com a tampa frontal da caixa Norton;
- b) Em seguida posicionamos o carro principal com o avental sobre o barramento para poder fazer a montagem dos varões de modo que pudéssemos concluir com poucos ajustes de posicionamento;
- c) Para a montagem dos fusos é de extrema importância se atentar para os posicionamentos deles, devido a utilização de pinos cônicos de travamento e a posição da chave principal, devido ao seu modo de funcionamento on/off/on.
- d) Por fim montamos o recambio da caixa de avanços e lubrificamos todas as partes expostas da máquina, lubrificando também a caixa de engrenagens com óleo ISO VG68.



Figura 25 – Tampa do cabeçote fixo
Fonte: Autores, (2023).



Figura 26 – Tampa frontal da caixa Norton
Fonte: Autores, (2023).



Figura 27 – Fusos de movimentação automática
Fonte: Autores, (2023).



Figura 28 – Avental do carro principal
Fonte: Autores, (2023).



Figura 29 – Proteção do recambio com o suporte de ferramentas
Fonte: Autores, (2023).

4.3. Instalação Elétrica do Torno Mecânico

- a) Com tudo finalizado passamos o eletroduto e o cabeamento da chave principal do torno, onde na ausência de um cabo de 3 vias, foi utilizado um cabo 4x1,5mm².
- b) Montamos e fizemos as ligações do painel conforme o descrito pelo diagrama elétrico que elaboramos e fixamos o painel montado dentro do quadro;
- c) Instalamos os botões (rearme e emergência) com suas respectivas fiações;
- d) Por fim, fechamos a ligação do painel com a rede e o motor com o painel.

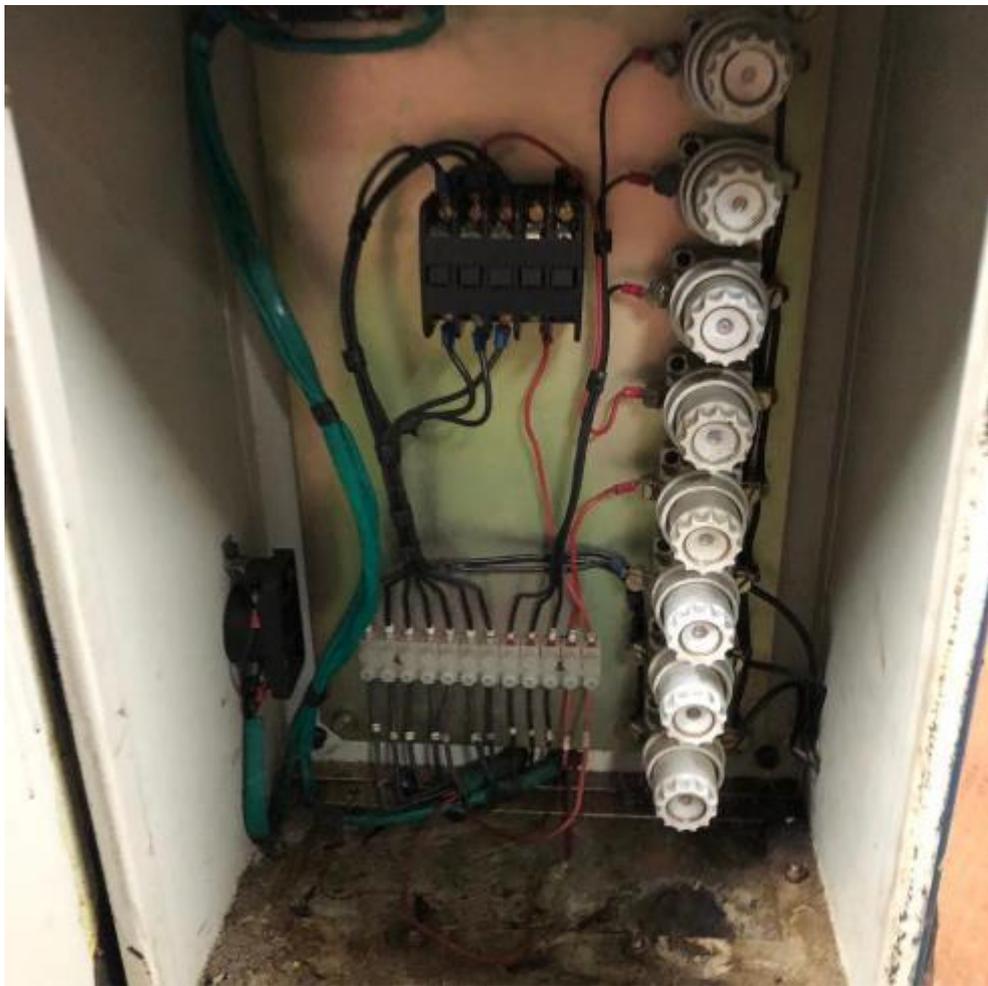


Figura 30 – Painel original da máquina
Fonte: Autores, (2023).

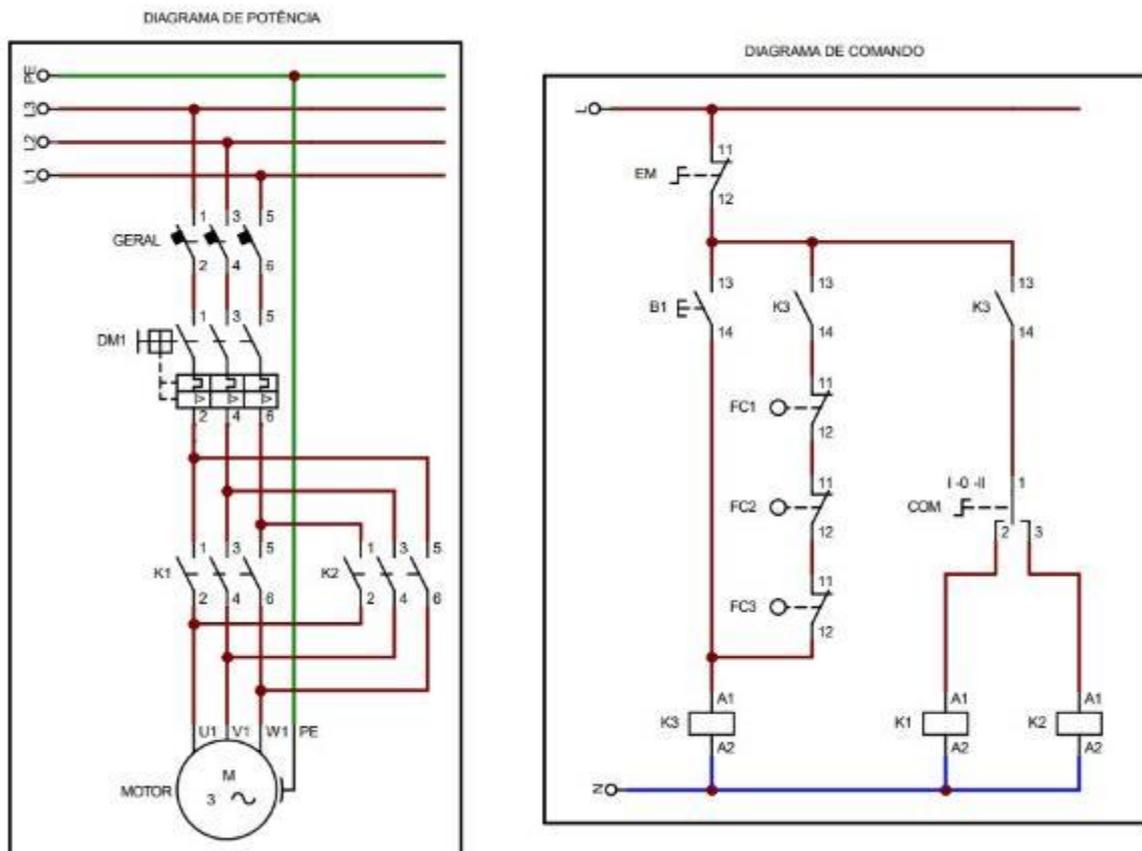


Figura 31 – Diagrama elétrico feito no CAD-e SIMU
Fonte: Autores, (2023).



Figura 32 – Aluno montando painel elétrico
Fonte: Autores, (2023).



Figura 33 – Painel elétrico montado
Fonte: Autores, (2023).



Figura 23 – Painel elétrico montado
Fonte: Autores, (2023).



Figura 34 – Botão de emergência
Fonte: Autores, (2023).

4.4. Teste Final do Torno Mecânico

- a) Realizamos o teste de funcionamento dos contadores e suas respectivas bobinas;
- b) Testamos o disjuntor motor para acertar a corrente de pico do motor;]
- c) Testamos a chave comutadora do torno;
- d) Testamos o funcionamento do botão de emergência;
- e) Testamos o engate das engrenagens da caixa do cabeçote fixo;
- f) Testamos o engate das engrenagens da caixa Norton;
- g) Testamos a movimentação dos carros e o engate do avanço automático.



Figura 35 – Torno finalizado
Fonte: Autores, (2023).

4.5. Custos do Projeto

A tabela 1 abaixo apresenta uma relação de todos os componentes que foram comprados pelo grupo, sendo referência para outros projetos futuros. Definir quais materiais utilizar e o preço de cada material é o que ajuda a ter um controle sobre os gastos, facilitando o planejamento do projeto de reforma

Tabela 1 - Custos do projeto

QTD	DESCRIÇÃO DO ITEM	VALOR
2	Thinner lata 900 ml	R\$ 40,00
1	Massa Plástica 1 kg	R\$ 16,27
2	Latas de Tintas 900 ml	R\$ 175,00
2	Removedor Pastoso	R\$ 50,00
1	Espátula Plástica (Celulose)	R\$ 5,00
10	Lixas Ferro (Grãos Variados)	R\$ 15,00
1	Correia A-60	R\$ 13,50
1	Papel para Junta 1 xl	R\$ 30,00
1	Chave seccionadora tripolar 32A	R\$ 129,87
1	Disjuntor motor 9-14A trifásico 220V	R\$ 132,45
2	Mini contator 9A 220V trifásico 1NA	R\$ 91,12
1	Mini contator 6A 220V trifásico 1NF	R\$ 45,56
1	Botão de emergência 1NF	R\$ 13,99
1	Plaqueta botão de emergência	R\$ 9,99
1	Botão de pulso verde 1NA	R\$ 9,20
15	Borne 3 AK 2,5mm ²	R\$ 42,08
1	Trilho DIN 35mm - 1m	R\$ 12,40
1	Canaleta PVC 30x30mm - 2m	R\$ 32,90
5	Cabo flex azul 2,5mm ² (m)	R\$ 8,75
5	Cabo flex preto 2,5mm ² (m)	R\$ 8,75
15	Cabo flex preto 1,5mm ² (m)	R\$ 19,50
5	Cabo PP flex 4xl 1,5mm ² (m)	R\$ 32,50
5	Óleo ISO IG 68 (Litro)	R\$ 155,00
-	TOTAL	R\$ 1.088,83

Fonte: Autores, (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reforma planejada e desenvolvida pelo grupo, cumpriu com os objetivos principais para realização deste trabalho de conclusão de curso, desenvolvemos uma modernização do painel e elétrico da máquina (o que agora possibilita novas implantações de melhorias), a funcionabilidade do torno foi conservada com o funcionamento íntegro de todo o conjunto e por fim aumentando a disponibilidade de maquinário do laboratório de usinagem da Etec Professora Anna de Oliveira Ferraz.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria Mtb Nº 3.214. **Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora No. 12 (NR-12)**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-olegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>. Acesso em: 15 maio 2023.

FERNANDO, Rogério. **Torno Mecânico - A mais antiga máquina criada pelo ser humano**. 2017. Usinagem.com. Disponível em: <http://usinagemonline.blogspot.com/2017/10/torno-mecanico-mais-antiga-maquina.html>. Acesso em: 16 maio 2023.

INSTALAÇÃO de painel elétrico. 2023. WTA Engenharia Elétrica. Disponível em: <https://www.wtaengenhariaeletrica.com.br/instalacao-painel-eletrico>. Acesso em: 16 maio 2023.

SENAI-SP. **Elementos de Máquina e Operações Mecânicas**. São Paulo, 2006.

SENAI-SP. **Eletroeletrônica II**. São Paulo 2006.

SENAI-SP. **Eletromecânica – Comunicação Oral e Escrita**. São Paulo, 2005.

SENAI-SP. **Eletromecânica – Instalações Elétricas**. São Paulo, 2006.

SENAI-SP. **Técnico em Eletromecânica – Lubrificação Industrial**. Por Carlos

SENAI-SP. **Técnico em Eletromecânica – Manutenção Mecânica**. Por Abilio José

USINAGEM: o que é e qual a importância desse processo? 2023. Revista Ferramental. Disponível em: <https://www.revistaferramental.com.br/artigo/usinagem-o-que-e-qual-a-importancia-desse-processo>. Acesso em: 15 maio 2023.

Anexo A – Termo de Autorização para Coleta de Dados



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no curso **Técnico em mecânica industrial**, solicitamos a V. Sa. a autorização para coleta de dados nessa instituição, com a finalidade de realizar a pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso com o título “**Reforma no torno mecânico - IMOR PRN-320**”, sob orientação da Profª **Edgar Bergo Coroa**, que será apresentado na **ETEC “Prof.ª Anna de Oliveira Ferraz”**. A coleta de dados ocorrerá mediante a utilização (descrever instrumento, local e público-alvo). Igualmente, assumo o compromisso de utilizar os dados obtidos somente para fins científicos, bem como de disponibilizar os resultados obtidos para esta instituição. Agradecemos antecipadamente e esperamos contar com a sua colaboração.

Araraquara, 23 de junho de 2023.

Nome	RG	Assinatura
Adrian Gabriel Alves Carcelim	49.969.039-4	
Caique Carvalho dos Santos	55.096.760-3	
Edwardo Velasco Alves	57.068.889-1	
Felype Rogério de Souza Santos	50.469.435-2	
Naum Asafe de Souza	50.991.406-8	
Rogério Adriano Ribeiro	21.809.539-9	
Victor Hugo Luiz	56.513.151-5	

Anexo B – Termo de Autorização de Divulgação



TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no curso **Técnico em mecânica industrial**, na qualidade de titulares dos direitos morais e patrimoniais de autores do texto apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso com o título **“Reforma no torno mecânico - IMOR PRN-320”** apresentado na **ETEC “Profª Anna de Oliveira Ferraz”**, autorizamos o Centro Paula Souza a reproduzir integral ou parcialmente o trabalho escrito e/ou disponibilizá-lo em ambientes virtuais.

Araraquara, 23 de junho de 2023.

Nome	RG	Assinatura
Adrian Gabriel Alves Carcelim	49.969.039-4	
Caique Carvalho dos Santos	55.096.760-3	
Edwardo Velasco Alves	57.068.889-1	
Felype Rogério de Souza Santos	50.469.435-2	
Naum Asafe de Souza	50.991.406-8	
Rogério Adriano Ribeiro	21.809.539-9	
Victor Hugo Luiz	56.513.151-5	

Anexo C – Declaração de Autenticidade



DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no curso **Técnico em mecânica industrial** na **EETEC “Prof.ª Anna de Oliveira Ferraz”**, declaramos ser os autores do texto apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso com o título **“Reforma no torno mecânico - IMOR PRN-320”**.

Afirmamos, também, ter seguido as normas da ABNT referente às citações textuais que utilizamos, dessa forma, creditando a autoria a seus verdadeiros autores (Lei n.9.610, 19/02/1998).

Através dessa declaração damos ciência da nossa responsabilidade sobre o texto apresentado e assumimos qualquer encargo por eventuais problemas legais, no tocante aos direitos autorais e originalidade do texto.

Araraquara, 23 de junho de 2023.

Nome	RG	Assinatura
Adrian Gabriel Alves Carcelim	49.969.039-4	
Caique Carvalho dos Santos	55.096.760-3	
Edwardo Velasco Alves	57.068.889-1	
Felype Rogério de Souza Santos	50.469.435-2	
Naum Asafe de Souza	50.991.406-8	
Rogério Adriano Ribeiro	21.809.539-9	
Victor Hugo Luiz	56.513.151-5	

