

**DAVI RIBEIRO TEODORO**  
**ELIDIANE VITÓRIA DO NASCIMENTO RAMOS**  
**GUILHERME DOS ANJOS ALEIXO**  
**JOÃO VITOR AFONSO DO NASCIMENTO**  
**JULIANA RODRIGUES DA ROSA**

**PROTETOR UNIVERSAL PARA TORNO MECÂNICO**

**CAÇAPAVA - SP**

**2025**

**DAVI RIBEIRO TEODORO**  
**ELIDIANE VITÓRIA DO NASCIMENTO RAMOS**  
**GUILHERME DOS ANJOS ALEIXO**  
**JOÃO VITOR AFONSO DO NASCIMENTO**  
**JULIANA RODRIGUES DA ROSA**

**PROTETOR UNIVERSAL PARA TORNO MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Mecânica, apresentado como requisito para a obtenção do título de Técnico em Mecânica pela Escola Técnica Estadual Machado de Assis.

Orientador (a): Professor José Benedito Borelli Júnior

**CAÇAPAVA - SP**  
**2025**

**DAVI RIBEIRO TEODORO**  
**ELIDIANE VITÓRIA DO NASCIMENTO RAMOS**  
**GUILHERME DOS ANJOS ALEIXO**  
**JOÃO VITOR AFONSO DO NASCIMENTO**  
**JULIANA RODRIGUES DA ROSA**

**PROTETOR UNIVERSAL PARA TORNO MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso em  
Mecânica, apresentado como requisito para  
a obtenção do título de Técnico em Mecânica  
pela Escola Técnica Estadual Machado de  
Assis.

Caçapava, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. José Benedito Borelli Júnior – Orientador

## DEDICATÓRIA

Dedicamos esse trabalho primeiramente a Deus, aos nossos familiares e amigos. Esperamos que este trabalho contribua para nosso desenvolvimento, inspire e ajude alunos e seus trabalhos futuros.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer a Deus, nossos familiares, nosso orientador, amigos e colegas. Agradecemos todo o apoio, que contribuiu para o nosso desenvolvimento acadêmico.

## EPÍGRAFE

*“Eu sou a continuação de um sonho*

*Da minha mãe, do meu pai*

*De todos que vieram antes de mim*

*Eu sou a continuação de um sonho*

*Da minha vó, do meu vô*

*Quem sangrou pra gente poder sorrir”*

(BK – “Continuação de um sonho” - 2022)

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma proteção universal para torno mecânico, voltado para a oficina de mecânica da ETEC Machado de Assis. A proposta surgiu a partir da observação de um risco eminente: a ausência de proteções nos tornos mecânicos, o que compromete a segurança dos estudantes que manuseiam o mesmo. O equipamento foi projetado para ser instalado na parte superior da placa do torno, acionado manualmente, com um sistema de dobradiça (similar ao funcionamento de um capô de carro).

Esse projeto visa preservar a integridade e segurança dos alunos que realizam atividades no ambiente da oficina, sem comprometer a visibilidade e o desempenho do operador na máquina.

**Palavras-chave:** Segurança do trabalho; Medidas de segurança; Prevenção de acidentes.

## **ABSTRACT**

This Course Completion Project has as its main objective the development of a universal protection device for a mechanical lathe, intended for the mechanical workshop of ETEC Machado de Assis. The proposal arose from the observation of an imminent risk: the absence of protection on mechanical lathes, which compromises the safety of the students who operate them. The equipment was designed to be installed on the upper part of the lathe chuck, manually operated, with a hinge system (like how a car hood works).

This project aims to preserve the integrity and safety of the students performing activities in the workshop environment, without compromising the operator's visibility and performance on the machine.

**Keywords:** Mechanical lathe guard; Mechanical lathe; Workshop safety; Workplace safety; Technical education.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	JUSTIFICATIVA.....	13
4	NORMAS REGULAMENTADORAS.....	14
4.1	NR 12 (Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos) .....	14
5	PRINCIPAIS RISCOS.....	17
6	METODOLOGIA.....	19
6.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	19
6.2	PESQUISA EMPÍRICA.....	19
7	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	25
8	INSTALAÇÃO.....	26
9	MATERIAIS UTILIZADOS.....	27
9.1	Parafuso Autobrocante Flangeado.....	27
9.2	Chapa Acrílica.....	28
9.3	Bits de Chave Phillips.....	29
9.4	Tubo de Metalon Aço Carbono.....	30
9.5	Chapa Metálica.....	31
9.6	Arame ER70S-6.....	32
9.7	Barra chata de Aço Carbono.....	33
9.8	Disco de corte.....	34
9.9	Arruela lisa.....	35
9.10	Gonzo.....	36
9.11	Porca Sextavada.....	37

9.12	Parafuso sextavado.....	38
9.13	Disco flap.....	39
10	FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	40
10.1	Furadeira de bancada.....	40
10.2	Broca tipo N 8mm e 14mm.....	41
10.3	Guilhotina Industrial.....	42
10.4	Paquímetro analógico.....	43
10.5	Chave de Boca 14mm.....	44
10.6	Esmerilhadeira.....	45
10.7	Parafusadeira.....	46
10.8	Riscador.....	47
11	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES REALIZADAS.....	48
11.1	Corte com guilhotina.....	48
11.2	Furos realizados com a furadeira de bancada.....	49
11.3	Lixamento.....	50
11.4	Serramento manual.....	51
11.5	Parafusamento.....	52
12	TABELA DE CUSTOS.....	53
13	PLANO DE MANUTENÇÃO.....	54
14	CÁLCULOS.....	55
15	PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	58
16	CONCLUSÃO.....	61
17	REFERÊNCIAS.....	62

## **1. INTRODUÇÃO**

Durante as aulas práticas na oficina de mecânica da ETEC Machado de Assis, podemos observar que os alunos frequentemente estão sujeitos a riscos de acidentes, como a possibilidade de as peças serem ejetadas caso estejam mal fixas pela ausência de um dispositivo de proteção nas placas dos tornos, os mesmos disponíveis para execução das atividades propostas pelos professores. Com base nessa necessidade, este Trabalho de Conclusão de Curso propõe o desenvolvimento de uma proteção universal para tornos mecânicos, instalado na parte superior da placa da máquina e fechado de forma manual. Objetivo é aprimorar a segurança dos operadores e progredir o ambiente da oficina, tornando-o um ambiente mais moderno e seguro para os estudantes. Em um ambiente de ensino onde alunos tem grande contato com máquinas e ferramentas industriais como o próprio torno mecânico, há possibilidades de ocorrências de acidentes, mesmo com a devida orientação do profissional docente. As pessoas cujo realizam as atividades, em grande maioria, nunca tiveram contato prévio com o torno, o que pode ocasioná-las um risco em caso de descuido ou desatenção na hora de realizarem as atividades práticas. Analisando um ambiente de ensino sujeito a falhas e descuidos, este Trabalho de Conclusão de Curso propõe o projeto citado acima.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver uma solução prática e funcional para otimizar a segurança dos alunos que participam das aulas na oficina de mecânica da ETEC Machado de Assis, por meio da criação de uma proteção universal para tornos mecânicos. O projeto tem como finalidade principal minimizar o risco oferecido aos alunos que realizam atividades práticas nos tornos mecânicos, gerar confiabilidade aos operadores na realização de tarefas e preservar a integridade física das pessoas que frequentam o ambiente, visando contribuir para a melhoria das condições de trabalho e ensino no local.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Projetar um equipamento destinado à segurança do operador no processo de usinagem;
- Posicionar o equipamento na parte superior da castanha do torno, integrando-o de forma eficiente a máquina;
- Diminuir os riscos oferecidos aos operadores nas atividades práticas;
- Proporcionar maior confiabilidade aos operadores;
- Auxiliar os professores no monitoramento seguro das atividades práticas;
- Equipar a oficina com um projeto de baixo custo e alta eficiência;
- Precaver danos a máquina, minimizando o risco de prejuízos ao torno decorrente de impactos de resíduos dispersos durante o processo de usinagem;
- Garantir a adaptabilidade do projeto nos demais tornos utilizados na oficina caso necessário;
- Assegurar a conformidade da proteção com a norma de segurança nacional como a NR 12;

### 3. JUSTIFICATIVA

Durante as atividades realizadas na oficina de mecânica da ETEC Machado de Assis, é comum que os alunos fiquem com receio de realizar as tarefas propostas no torno devido à falta de um dispositivo de segurança, dispositivo esse que assegura com êxito a segurança dos operadores. Observando esse fator recorrente nos dias de prática na oficina, desenvolvemos um projeto que adapta uma proteção, proteção que podemos encontrar em tornos mais modernos, para os modelos mais antigos, os mesmos que temos em nossas oficinas.

Diante desse cenário, justifica-se o desenvolvimento de uma proteção universal para tornos com o intuito de otimizar a segurança no ambiente de aprendizado, reduzir a insegurança dos alunos e garantir uma proteção mais eficiente entre as aulas. A proposta visa melhorar a seguridade da oficina, promover maior eficiência nas rotinas escolares e proporcionar um ambiente mais preservado e funcional para o aprendizado.



Autoria Própria

## **4. NORMAS REGULAMENTADORAS**

As Normas Regulamentadoras (NRs) são um conjunto de diretrizes criadas pelo Ministério do Trabalho com o objetivo de assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores. Elas estabelecem procedimentos obrigatórios para várias atividades e ambientes de trabalho, visando evitar acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

### **4.1 NR 12 (Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos)**

A Norma Regulamentadora n.º 12 instituída pelo Ministério do Trabalho, visa principalmente assegurar a segurança dos trabalhadores ao operar máquinas e equipamentos, protegendo sua integridade física e saúde. Com a contínua modernização dos processos industriais, é fundamental implementar medidas preventivas e dispositivos de proteção que estejam em conformidade com os requisitos da NR-12. Este estudo se concentra na análise da implementação prática da norma, seus efeitos nas operações diárias e a relevância da adaptação das máquinas para evitar acidentes e garantir um ambiente de trabalho seguro.

Com análise do tema do nosso Trabalho de Conclusão de Curso, aplicam-se as seguintes NR's:

#### **12.1 Princípios Gerais.**

**12.1.1.1** Entende-se como fase de utilização o transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento.

**12.1.7** O empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

**12.1.9.1** A adoção de sistemas de segurança nas zonas de perigo deve considerar as características técnicas da máquina e do processo de trabalho e as medidas e alternativas técnicas existentes, de modo a atingir o nível necessário de segurança previsto nesta NR.

## **12.5 Sistemas de Segurança.**

**12.5.1** As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que resguardecem proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

**12.5.1.1** Quando utilizadas proteções que restringem o acesso do corpo ou parte dele, devem ser observadas as distâncias mínimas conforme normas técnicas oficiais ou normas internacionais aplicáveis.

**12.5.3** Os sistemas de segurança, se indicado pela apreciação de riscos, devem exigir rearme (“reset”) manual.

**12.5.4** Para fins de aplicação desta NR, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:

b) proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento.

**2.5.7** As máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento devem:

- a) operar somente quando as proteções estiverem fechadas;
- b) paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação; e
- c) garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas.

**12.5.9** As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, desde que ofereçam risco, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados.

**12.5.10** As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a segurança e a saúde dos trabalhadores.

**12.5.11** As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança:

- a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;

b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;

c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;

d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;

e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;

f) resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas;

g) dificulte-se a burla;

h) proporcionar condições de higiene e limpeza;

i) impedir o acesso à zona de perigo;

j) ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujeira, poeiras e corrosão, se necessário;

k) ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; e

l) não acarretar riscos adicionais.

**12.5.14** As proteções também utilizadas como meio de acesso por exigência das características da máquina ou do equipamento devem atender aos requisitos de resistência e segurança adequados a ambas as finalidades.

**12.5.16** As proteções, dispositivos e sistemas de segurança são partes integrantes das máquinas e equipamentos e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim.



## 5. PRINCIPAIS RISCOS

Os principais riscos de acidente envolvem o aprisionamento de partes da roupa ou do corpo do operador, que podem ficar presas nas partes móveis do maquinário. Em relação aos acidentes com partes da roupa, ocorrem quando o operador não usa a vestimenta adequada para manuseio do torno (como roupas largas ou mangas soltas) podendo se enroscar na placa do torno, puxando o operador, e como consequência causar um acidente gravíssimo, podendo levar à fatalidade. Outro risco de aprisionamento do operador pode ocorrer quando há o contato, mesmo que sem querer, com a placa do torno, que caso enganche a mão do operador, também pode terminar em um acidente fatal. Outro risco eminente de acidente com o torno seria no caso da projeção de alguma peça/fragmento, que pode acertar o operador ou outra pessoa que esteja próxima ao maquinário.



Foto gerada por Inteligência Artificial



Foto gerada por Inteligência Artificial

## **6. METODOLOGIA**

A metodologia do Trabalho de Conclusão de Curso envolve a descrição precisa e clara dos métodos, técnicas e procedimentos empregados na realização do estudo. Nesta seção, especificam-se o tipo e a metodologia da pesquisa, além dos instrumentos utilizados para a coleta e análise de dados. A metodologia visa descrever o percurso seguido para atingir os objetivos estabelecidos, assegurando a consistência, a estrutura e a credibilidade da pesquisa realizada.

### **6.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**

A pesquisa bibliográfica é de extrema importância para o estudo e prática sobre o tema abordado no Trabalho de Conclusão de Curso, usando como base este trabalho, a importância e elaboração de uma proteção universal para tornos mecânicos. Dessa forma, utilizamos como ferramenta para embasamento TCC's de anos anteriores, como Mesa Pantográfica Elevatória e Gymventure, pesquisas em sites, artigos e vídeos com relação ao tema escolhido, Norma Regulamentadora 12, apostilas de processos de fabricação I, II, III e apostila de manutenção e soldagem. Toda consulta foi feita com o objetivo de adquirir de melhor maneira os conhecimentos específicos utilizados na realização prática do projeto, através de fontes recomendadas pelos profissionais docentes da unidade de ensino.

### **6.2 PESQUISA EMPÍRICA**

A pesquisa empírica consiste na investigação realizada diretamente em campo, com o objetivo de coletar dados junto ao público impactado pelo problema abordado, a fim de fundamentar e aprimorar a implementação do projeto. Foi realizada uma série de perguntas para os estudantes cursantes de mecânica do ETIM na ETEC Machado de Assis. Através das perguntas direcionadas aos alunos, obtivemos os seguintes resultados:

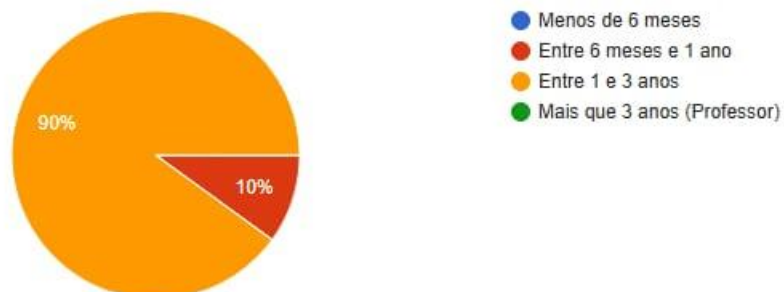
### Qual a sua função?

20 respostas



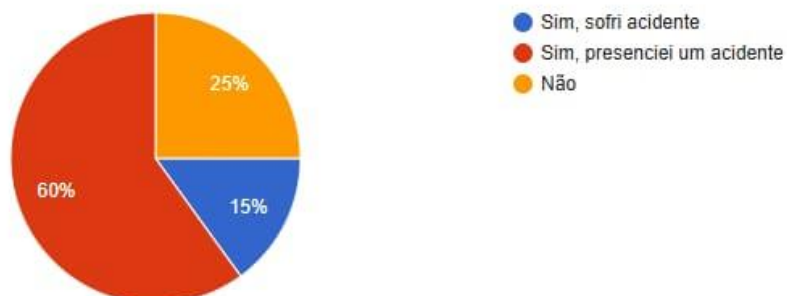
### Há quanto tempo você utiliza o torno mecânico?

20 respostas



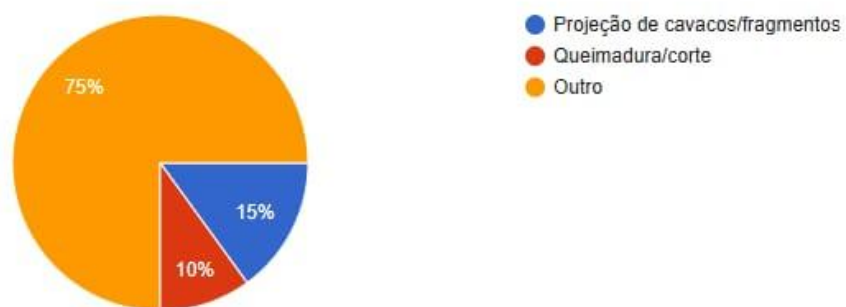
### Você já presenciou ou sofreu algum acidente relacionado ao torno?

20 respostas



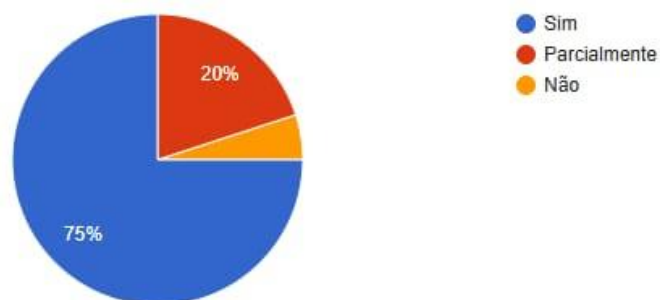
Caso tenha respondido "sim", qual foi a natureza do acidente?

20 respostas



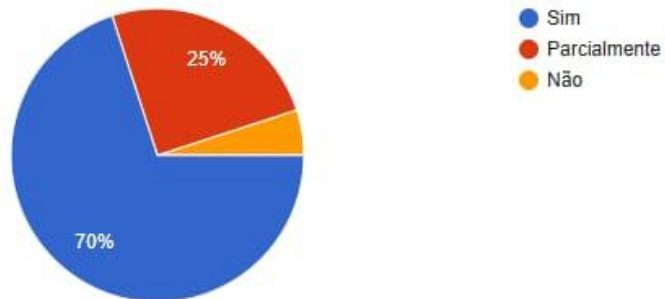
Na sua opinião, o torno atual possui riscos elevados de acidentes?

20 respostas



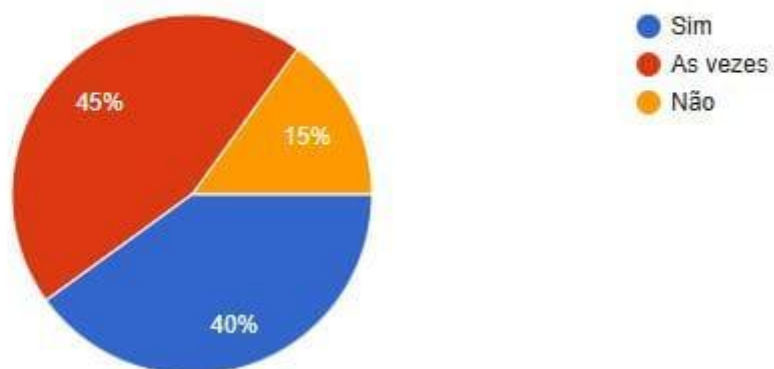
Você considera que a ausência de proteção no torno gera inseguranças durante o uso?

20 respostas



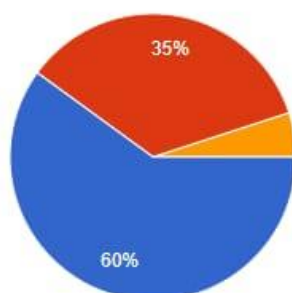
Durante o uso do torno, você sente algum desconforto (físico ou psicológico) por falta de proteção?

20 respostas



Você acredita que a instalação de uma proteção do torno:

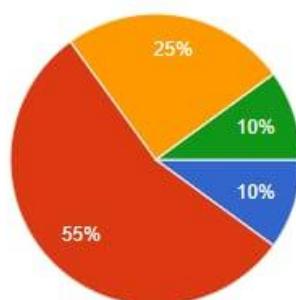
20 respostas



- Melhoria a segurança sem atrapalhar o trabalho?
- Melhoria a segurança, mas poderia atrapalhar o trabalho
- Não faria diferença

Quais características você considera mais importantes em uma proteção de torno?

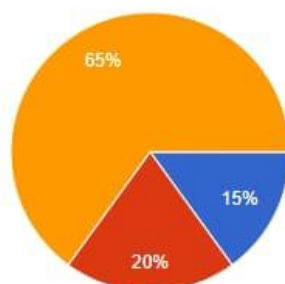
20 respostas



- Resistência Mecânica
- Transparência para boa visibilidade da peça
- Facilidade de manuseio (abre/fecha rápido)
- Outro

Se tivesse que atribuir uma nota de 0 a 10 para necessidade da proteção do torno, qual seria?

20 respostas



- 1 a 3: Mais ou menos necessário
- 4 a 6: Necessário
- 6 a 10: Muito necessário

Com esses resultados, podemos concluir que quem manuseia o equipamento se sente inseguro, por muitas das vezes, e que acidentes (que poderiam ser evitados com uma proteção adequada) acontecem.

Essas informações contribuíram com o feedback necessário para o desenvolvimento do Trabalho.



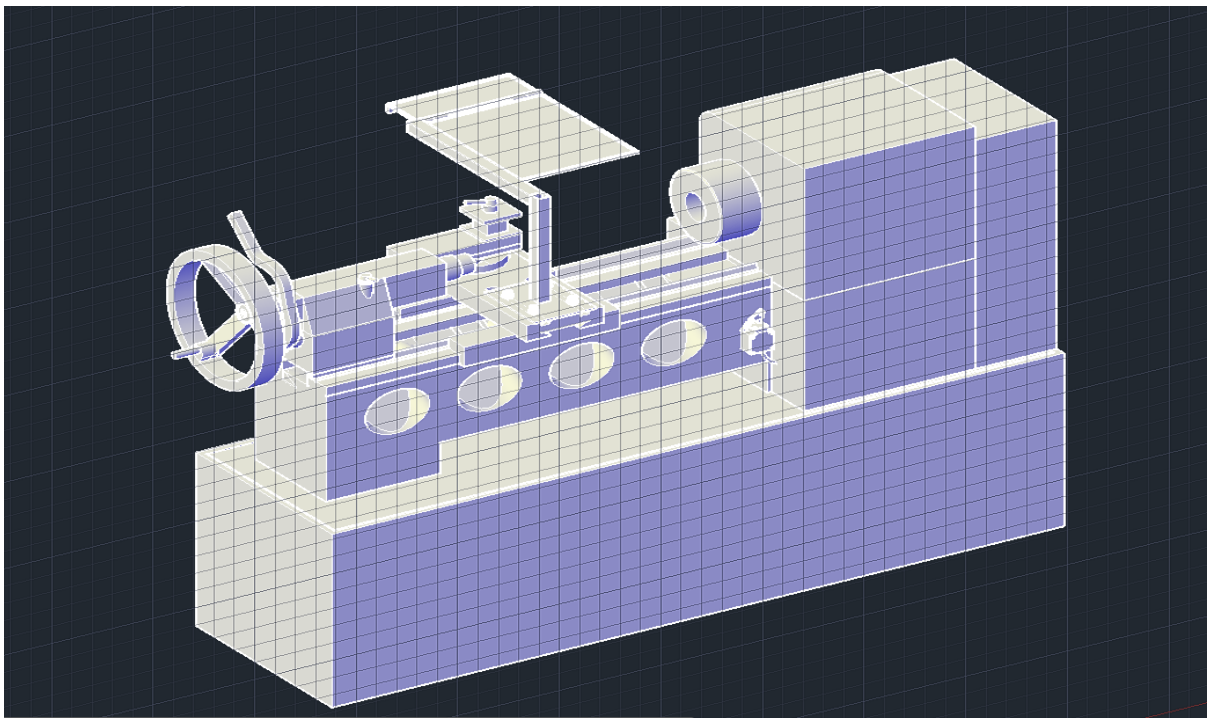
## **7. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

Tendo como objetivo realizar o Trabalho de Conclusão de Curso, o grupo buscou desde o início do ano letivo, situações problema dentro da unidade de ensino que pudessem ser solucionadas pelos estudantes. No decorrer dos anos letivos, nós, integrantes deste grupo sempre observamos problemas frequentes nos ambientes de aulas práticas, como por exemplo a oficina da unidade, que em aspectos carece de itens e projetos para melhoria do espaço. Com base nisto, no momento da escolha do tema do TCC não houve dúvidas de que podíamos agir em função da melhoria da oficina, resultando assim na escolha do nosso tema.

Dentre os problemas detectados, foi analisado a ausência de uma proteção nas placas dos tornos, que põe em risco a integridade física do operador da máquina (como comprovado por nossas pesquisas), portanto, nossa proposta é a criação de uma proteção universal, a qual pudesse ser adaptada para qualquer torno mais antigo que ainda não à tenha, assim, preservando a integridade do torneiro mecânico. Inicialmente inspirada na proteção do torno CNC, e sendo adaptado conforme as adequações dos tornos da nossa unidade escolar, seria instalada no carro transversal do equipamento.

## 8. INSTALAÇÃO

A instalação da plataforma deverá ser na parte superior na ponta do carro transversal do torno, através de um tubo de metalon de 30x30mm 90cm de comprimento. Na parte superior desta plataforma de metalon, terá uma parte feita de chapa metálica de 1000mmX300mmX4mm e chapa acrílica de 800mmX300mmX4mm para visualizar a peça. Esse suporte não irá atrapalhar a movimentação do carro transversal do torno, visto que ele se movimentará através do mesmo, dessa forma para frente e para trás. A parte do visor poderá ser aberta até 90°. Através de uma dobradiça podemos realizar um movimento vertical ao abrir e fechar para o posicionamento da peça.



Fonte: Autoria própria

## 9. MATERIAIS UTILIZADOS

Em relação aos materiais utilizados, todos foram classificados e escolhidos especificamente para a realização desse projeto, levando em consideração o contexto inicial do trabalho, que visa aprimorar a segurança do local de trabalho com operações e materiais de baixo custo.

### 9.1 Parafuso Autobrocante Flangeado

O parafuso autobrocante é um fixador que possui ponta em formato de broca, permitindo perfuração e fixação ao mesmo tempo, sem necessidade de pré-furo. Fabricado em aço carbono ou inox com revestimento anticorrosivo, é ideal para garantir firmeza e segurança na fixação das chapas do protetor.

No projeto do TCC, o uso do parafuso autobrocante flangeado é vantajoso por unir praticidade na instalação, firmeza na fixação e proteção extra contra soltura, sendo ideal para fixar chapas e componentes estruturais com maior segurança.



PARAFUSO Autobrocante flangeado: Casa do Parafuso

## 9.2 Chapa Acrílica

A chapa acrílica é um material termoplástico obtido a partir do polimetilmetacrilato (PMMA), ele é um tipo de polímero transparente e resistente parecido com o vidro, porém mais resistente. O acrílico também tem algumas vantagens além de ser mais leve é também mais fácil de moldar.

Escolhemos usar esse material, pois sua visibilidade através do acrílico fica mais fácil e ajuda no seu manuseio em todo o processo. O acrílico possui até 92% de transparência, superando até mesmo o vidro comum.

Por mais que seja mais leve, o acrílico apresenta boa resistência mecânica a impactos, protegendo contra cavacos e partículas metálicas lançadas durante o trabalho.

Ao contrário do acrílico, o vidro que se estilhaça em pedaços cortantes, já o acrílico quando danificado tende a rachar ou trincar, o que reduz o risco de acidentes e ferimentos graves. Além de todas essas questões, o acrílico tem um custo-benefício muito mais em conta do que o vidro temperado.



CHAPA acrílica: Plast&CO

### 9.3 Bits de Chave Phillips

Os bits de chave Phillips magnética são pontas metálicas removíveis, que possuem um encaixe universal (geralmente sextavado de 1/4"), utilizados em parafusadeiras, furadeiras e suportes de chave de bits. Eles possuem a ponta em formato cruzado (tipo chave Philips) e são magnetizados, o que faz segurar o parafuso de forma firme durante o uso. Como são usados em ferramentas elétricas ou manuais de encaixe rápido, os bits aceleram a montagem e desmontagem de peças. O magnetismo da chave reduz a necessidade de segurar o parafuso com os dedos próximos à área de risco, diminuindo acidentes. Eles são fabricados em aço de alta resistência, os bits suportam torque elevado e uso contínuo.



BITS de chave Phillips: Ferramentas gerais

#### **9.4 Tubo de Metalon Aço Carbono**

O metalon é um tubo de aço carbono com formato quadrado ou retangular (diferente dos canos redondos). Ele é muito usado em estruturas metálicas, móveis, portões, grades, corrimãos e em proteções de máquinas, pois ele é resistente e durável, tem bom custo-benefício, é fácil de soldar e cortar, pode receber pintura ou galvanização para não enferrujar. O metalon também apresenta alta resistência à corrosão, aumentando sua vida útil. Ele em si é mais econômico em comparação com outros materiais metálicos, mantendo qualidade sem aumentar muito o custo final do projeto.



BARRAS e perfis, perfil chato: Hiperferro

## 9.5 Chapa Metálica

A chapa metálica é um material em aço carbono, produzido em diferentes espessuras e larguras, que se destaca pela resistência mecânica e pela facilidade de conformação, podendo ser dobrada, cortada e perfurada de acordo com a necessidade. É amplamente utilizada em estruturas, equipamentos industriais e componentes de máquinas. Escolhemos a chapa metálica por sua durabilidade, versatilidade e pela capacidade de oferecer maior proteção ao torno mecânico, garantindo segurança e eficiência ao equipamento.



CHAPA Metálica: Blog Metaltec

## 9.6 Arame ER70S-6

Para a soldagem de metalon ou aço carbono com a máquina MIG/MAG, recomenda-se o uso de arame ER70S-6 cobreado de aço carbono, com diâmetro de 0,8 mm. Esse tipo de arame é amplamente utilizado para a união de aços não ligados e é ideal para aplicações gerais em serralheria e indústrias. Por conter manganês e silício em sua composição, o arame ER70S-6 proporciona excelente transferência de metal e forma junções confiáveis, assegurando qualidade e resistência nas soldagens realizadas com gás de proteção.



ARAME de solda: como escolher o diâmetro correto nos processos MIG/MAG: SUMIG Soluções para Solda e Corte Ltda.



### **9.7 Barra chata de Aço Carbono**

A barra chata é um tipo de perfil metálico laminado, geralmente feito em aço carbono de formato retangular, muito utilizado pela sua resistência, facilidade de corte, soldagem e adaptação em diferentes projetos. É aplicada em suportes, reforços de máquinas, grades e estruturas metálicas em geral. No Trabalho de Conclusão de Curso, optamos pela barra chata por ser um material acessível, durável e de fácil manuseio, garantindo maior praticidade na construção do protetor de torno mecânico industrial e segurança no seu uso.



DIFERENTES aplicações de barra chata: Açosporte

## 9.8 Disco de corte

O disco de corte é um material principalmente utilizado para cortar insumos rígidos, cada um é fabricado com um material específico de acordo com o material que ele irá cortar. Essa ferramenta é criada a partir de abrasivos rígidos, metais, fibras de carbono e são utilizadas com máquinas portáteis como a esmerilhadeira, lixadeira, serras mármores, Makitas entre outros. O trabalho de conclusão de curso que faremos, utilizará é o disco de corte para metal.

Para esse tipo de tarefa é utilizado um disco bastante resistente e fino. O equipamento é construído dessa forma para facilitar o desgaste do metal no momento do corte. Geralmente esse tipo de disco é acoplado em máquinas fixas ou portáteis.



DISCOS de corte: O que é, tipos para que servem: Cobral abrasivos

### 9.9 Arruela lisa

A arruela é uma peça plana com um furo no centro, utilizada para o espaçamento, distribuição de força, e proteção das superfícies e evitar o afrouxamento dos materiais, participando de um conjunto de materiais parafusos e arruela. Geralmente sendo feitas aço, aço inoxidável, latão ou alumínio tendo também outros tipos de materiais como plástico e borracha.

As principais aplicações são em construção civil, indústria automotiva, elétrica e eletrodomésticos, máquinas e equipamentos. Tendo vários tipos Arruela Lisa: sendo a mais simples e utilizada ela servindo para a distribuição uniforme de pressão, proteção da superfície de contato; Arruela de Pressão: também conhecida como arruela elástica é utilizada para manter a tensão entre o parafuso e a superfície amenizando o afrouxamento devido a vibrações e movimentos; Arruela de Travamento: feito para que o parafuso ou a porca não se soltem assim possuindo dentes ou ranhuras para uma melhor fixação a peça.



ARRUELA Lisa Zincada: Forseti Soluções

### 9.10 Gonzo

O gonzo é um tipo de dobradiça (rolamento mecânico) que serve para a conexão entre duas peças sólidas, com um funcionamento simples com rotação de eixo fixo tendo uma certa liberdade devido a sua forma cilíndrica sendo utilizados em estruturas metálicas sendo soldada na estrutura. Fabricados em aço e aço inoxidável, tendo dois tipos o Gonzo liso: utilizados em portões, portas, dobradiças e móveis; Gonzo com aba: utilizados em grandes portões portas.



O gonzo metálico e todas suas aplicações: CRV Industrial

### 9.11 Porca Sextavada

A porca Sextavada é um tipo de porca com formato de seis lados (hexagonal) utilizada para fixação de parafusos, barras roscadas e prisioneiros sendo um dos componentes de grande importância nas estruturas industriais usadas em vários setores, automobilístico, construção civil e maquinário pesado, devido ao formato hexagonal facilitando a apertada e solta de chaves de boca, montagens e reparos tendo uma variedade de tamanhos e materiais, maior área de contato facilidade de uso, durabilidade, variedade de aplicações e compatibilidade.



PORCA sextavada: o que é, para que serve e suas principais vantagens: Parlok

### 9.12 Parafuso sextavado

O parafuso sextavado é um tipo dos parafusos muito utilizados na indústria, construção civil, equipamentos, estruturas metálicas, entre outras aplicações essa grande variedade de aplicação é devido a facilidade de ser inserido e parafusado podendo ser apertado por chave de boca, chave inglesa (regulável) e parafusadeira sendo ou mais recomendados. Os principais materiais utilizados na sua composição são o aço carbono, aço liga ou aço inox. Os parafusos sextavados estão disponíveis em quatro modelos, os de rosca inteira e rosca parcial que são os mais comuns tendo apenas uma diferença entre os dois a haste: um com os filetes de rosca por todo o corpo do parafuso ( rosca inteira ) e outro com os filetes em apenas uma parte do corpo do parafuso ( rosca parcial ), já o parafuso Estrutural A325 costuma ter o diâmetro maior e a haste mais curta sendo utilizado em estruturas por conta de sua grande capacidade de distribuir e suportar cargas maiores



Parafuso Sextavado: tudo o que você precisa saber: CRV Industrial

### 9.13 Disco flap

O disco flap é uma ferramenta abrasiva que é acoplada em Esmerilhadeiras e lixadeiras, e é composto por aletas de lixas sobrepostas, utilizadas para a remoção e desbaste e acabamento de peças como um todo, sua base reta pode ser feita de material plástico ou com uma base cônica de fibra de vidro. Indicado para os serviços de retirada e acabamento de rebarbas, cordões de solda e chanfragem tendo várias vantagens como melhoria de acabamentos, oferece versatilidade, diminui o aquecimento, proporciona durabilidade e melhora o corte por produzir menos fagulhas e rebarbas.



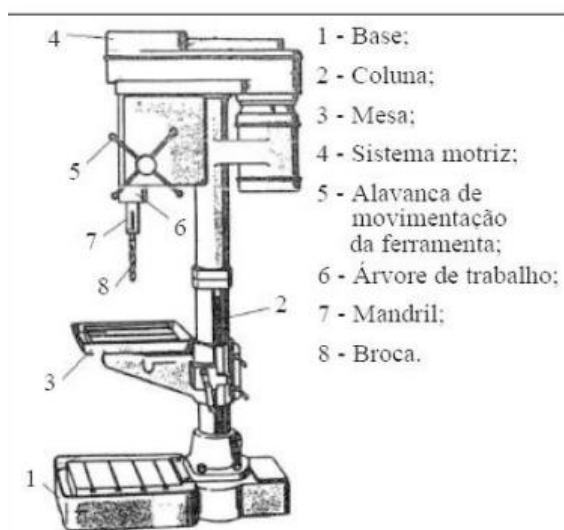
DISCO Flap, o que é e para que serve: Arsystem

## 10. FERRAMENTAS UTILIZADAS

Em relação as ferramentas utilizadas, escolhemos ferramentas de cunho básico, de maneira que nos atendesse na realização das operações descritas anteriormente e que estavam a nossa disposição na unidade de ensino.

### 10.1 Furadeira de bancada

É chamada de furadeira de coluna porque seu suporte principal é uma coluna na qual estão montados o sistema de transmissão de movimento, a mesa e a base. A coluna permite deslocar e girar o sistema de transmissão e a mesa, segundo o tamanho das peças. A furadeira de coluna pode ser chamada de bancada – (também chamada de sensitiva, porque o avanço da ferramenta é dado pela força do operador) – por ter motores de pequena potência é empregada para fazer furos pequenos (1 a 12 mm). A transmissão de movimentos é feita por meio de sistema de polias e correias.



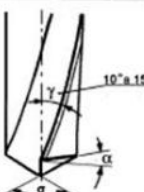
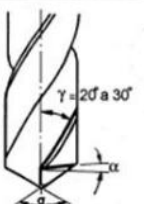
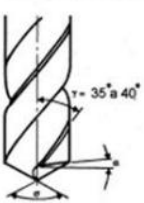
ROCHA, Paulo Cesar da. Processos de Fabricação. 1. ed. ETEC Machado de Assis, p.53–56.



## 10.2 Broca tipo N 8mm e 14mm

Com base nos estudos da apostila de processo de fabricação I, escolhemos a broca tipo N devido as características e propriedades do material utilizado no projeto.

Da mesma forma como os ângulos da broca estão relacionados ao tipo de material a ser furado, os tipos de broca são também escolhidos segundo esse critério. O quadro a seguir mostra a relação entre esses ângulos, o tipo de broca e o material.

ÂNGULOS DA BROCA	CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO ÂNGULO DE HÉLICE	ÂNGULO DA PONTA ( $\sigma$ )	APLICAÇÃO
	Tipo H – para materiais duros, tenazes e/ou que produzem cavaco curto (descontínuo).	80°	Materiais prensados, ebonite, náilon, PVC, mármore, granito.
		118°	Ferro fundido duro, latão, bronze, celeron, baquelite.
		140°	Aço de alta liga.
	Tipo N – para materiais de tenacidade e dureza normais.	130°	Aço alto carbono.
		118°	Aço macio, ferro fundido, latão e níquel.
	Tipo W – para materiais macios e/ou que produzem cavaco longo.	130°	Alumínio, zinco, cobre, madeira, plástico.

ROCHA, Paulo Cesar da. Processos de Fabricação I. 1. ed. ETEC Machado de Assis, p.60

### 10.3 Guilhotina Industrial

A guilhotina Industrial é um equipamento para operações de corte reto em chapas metálicas, sua principal função é fazer cortes de maneira precisa e recorrentes em materiais como aço carbono, inox, alumínio e outros materiais utilizados em processos industriais. Esse tipo de máquina é projetado para grande volume de trabalho, devido ao seu tempo menor de produção.



Fonte: Autoria própria

#### 10.4 Paquímetro analógico

O Paquímetro analógico é um instrumento de medição manual e preciso, utilizado para medir espessuras, larguras, profundidades e diâmetros de peças. Ele possui uma escala graduada, chamada de nônio, que permite a leitura das medidas em milímetros ou polegadas, sem precisar de bateria. É usado para medir dimensões externas, internas, profundidades e ressaltos, funcionando através do deslizamento de um cursor sobre a escala principal.



PAQUIMETROS: Chiareli

### 10.5 Chave de Boca 14mm

Chave de boca é uma ferramenta crucial dentro das oficinas utilizada para montagem e manutenção dos equipamentos, soltando porcas e parafusos. Ela pode ter encaixes tanto para parafusos de perfil quadrado quanto hexagonal, com diversos tipos, dentre elas as chaves de boca simples e as reguláveis, cada uma com sua própria aplicação.



JHONATAN. Tipos de chaves de boca e suas aplicações

## 10.6 Esmerilhadeira

Criada com a função de cortar, polir, lixar e dar acabamento em peças metálicas, a esmerilhadeira é uma ferramenta multifuncional extremamente útil dentro de uma oficina mecânica, em construções civis, reparos de veículos e também na área da metalurgia. São ferramentas bastante semelhantes a lixadeiras, sua principal diferença sendo as rotações do motor dos dois equipamentos, com a esmerilhadeira tendo a capacidade de rotações quase duas vezes maior que a da lixadeira; para fins de comparação, a lixadeira gira em torno de 5.500 rpm, já a esmerilhadeira pode chegar até 11.500 rpm.



GMBH, R. B: Ferramentas elétricas Bosch: Bosch Professional

## 10.7 Parafusadeira

Sendo similar a uma furadeira, porém, com o propósito de apertar ou soltar parafusos, a parafusadeira é um equipamento que pode ser observado em diversas áreas, como em oficinas mecânicas, ou em corridas, no momento da troca dos pneus. Essa ferramenta é utilizada para substituir chaves de fenda, boca e substitui o esforço manual para fixar parafusos com elas.

Existem diferentes tipos de parafusadeiras, as mais comuns sendo as elétricas, as à bateria e as pneumáticas.



PARAFUSADEIRA: Wikipedia

### **10.8 Riscador**

O riscador de chapa é uma ferramenta que imita uma caneta parecendo uma ponteira de aço. Sua principal função é demarcar superfície de chapas para realização de sua ruptura com muita precisão. Resolvemos utilizar essa ferramenta, pois ela tem uma precisão muito grande, marcando assim onde devemos cortar.



CASA do mecânico. Riscador : Loja Casa do Mecânico

## **11. DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES REALIZADAS**

Para a confecção do Protetor Universal, além dos materiais, é necessária a realização de algumas operações:

### **11.1 CORTE COM GUILHOTINA:**

“O corte guilhotina consiste em um processo mecânico que utiliza uma lâmina afiada, que se move verticalmente, para realizar cortes precisos em chapas de metal. Esse método é indicado principalmente para cortes retos, garantindo um acabamento limpo e uniforme, essencial para aplicações industriais que exigem alta qualidade.

No funcionamento da máquina de corte guilhotina, uma lâmina móvel superior desce contra uma lâmina inferior fixa, enquanto o material é posicionado sobre uma base e mantido firme por dispositivos de pressão para evitar deslocamentos durante o corte. Esse movimento controlado da lâmina permite a separação precisa da chapa.

Ao contrário de processos que utilizam calor, como o corte térmico, o corte guilhotina não altera as propriedades mecânicas do material, pois não envolve aquecimento. Essa característica preserva as qualidades do metal, tornando o processo ideal para setores que demandam alta precisão e integridade da peça.”

CORTE com guilhotina: funcionamento, aplicações e vantagens.: Stellinter

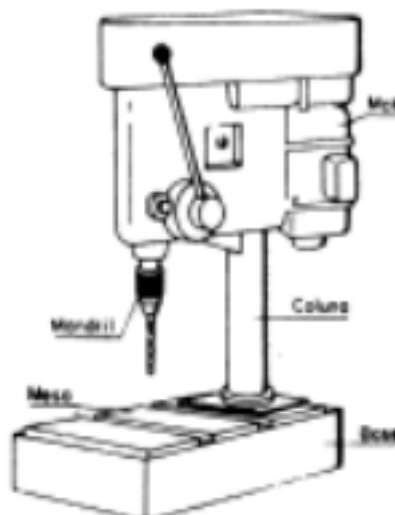


## 11.2 FUROS REALIZADOS COM A FURADEIRA DE BANCADA

Furadeira é uma máquina-ferramenta destinada a executar as operações como a furação por meio de uma ferramenta chamada broca. As furadeiras são, portanto, máquinas que tem a função de gerar furos em peças cheias, elas trabalham girando a ferramenta (broca) ao redor de seu próprio eixo, avançando no sentido longitudinal dela, removendo cavaco cuja secção depende do avanço por rotação, estabelecido na própria máquina.

O movimento da ferramenta, montada no eixo principal, é recebido diretamente de um motor elétrico ou por meio de um mecanismo de velocidade, que pode ser um sistema de polias escalonadas ou um jogo de engrenagens. O avanço da ferramenta pode ser manual ou automático.

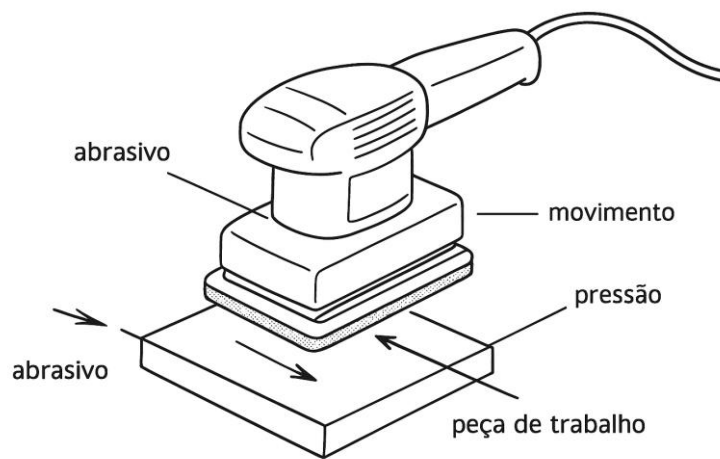
EMPREGO: Serve para furar, escarear, rebaixar furos, roscar com machos e calibrar furos com alargador.



ROCHA, Paulo Cesar da, Processos de Fabricação, 1.ed ETEC Machado de Assis

### 11.3 LIXAMENTO

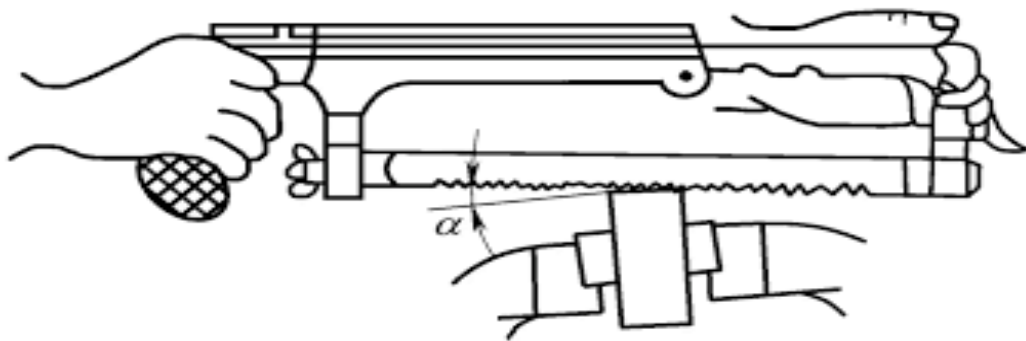
É um processo mecânico de usinagem por abrasão executado por abrasivo aderido a uma tela que se movimenta com uma pressão contra a peça. Na oficina de funilaria e pintura, a operação de lixamento ocupa em média 45% do tempo despendido na reparação de um veículo, representando um custo significativo de mão de obra e material. O aumento de produtividade e a redução dos custos dependem da escolha e do uso de produtos e sistemas adequados que torem o trabalho mais rápido, econômico e de melhor qualidade.



ROCHA, Paulo Cesar da, Processos de Fabricação, 4.ed ETEC Machado de Assis

#### 11.4 SERRAMENTO MANUAL

Para fazer o serramento manual, usa-se um arco de serra na qual se prende a lâmina de serra. É uma ferramenta manual de um arco de aço carbono, onde deve ser montada uma lâmina de aço ou aço carbono, dentada e temperada. Serrar material empregando-se o arco de serra é muito comum nas oficinas mecânicas, é uma operação simples que permite, em certos casos, maior facilidade e rapidez de execução do que quando se empregam máquinas de serrar, além do menor custo, considerando-se o preço delas. O arco de serra caracteriza-se por ser regulável ou ajustável de acordo com o comprimento da lâmina. A lâmina de serra é caracterizada pelo comprimento e pelo número de dentes por polegada Comprimento: 8" - 10" - 12". Número de dentes por polegada: 18 - 24 e 32.

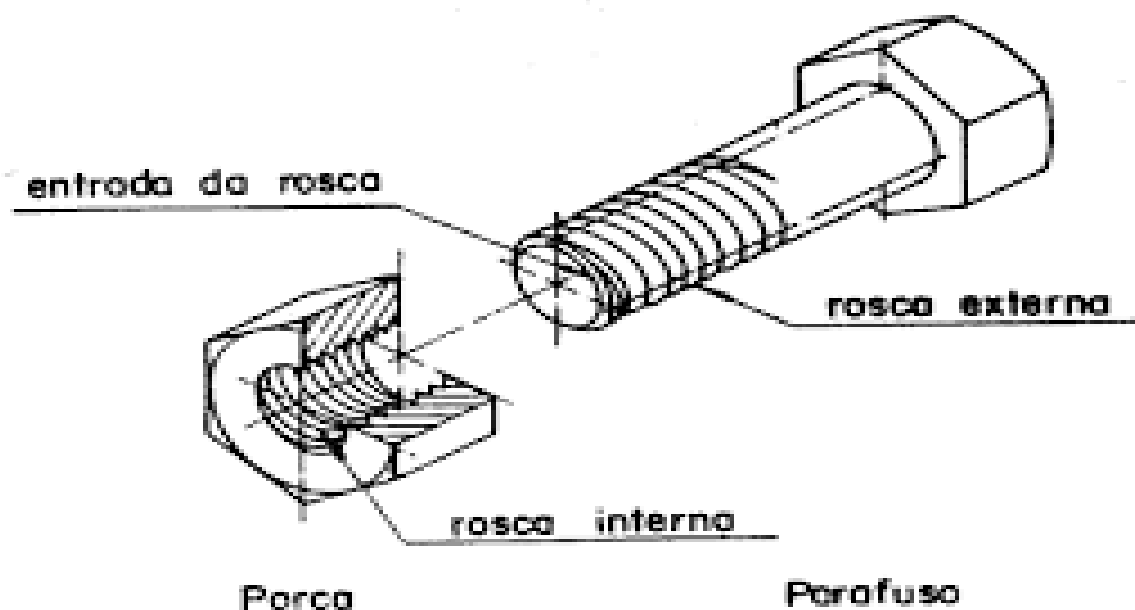


ROCHA, Paulo Cesar da, Processos de Fabricação, 1.ed ETEC  
Machado de Assis

## 11.5 PARAFUSAMENTO

A ação de parafusar consiste em unir duas ou mais partes utilizando parafusos, garantindo fixação firme e desmontável, esse processo é usado em montagens mecânicas por permitir fácil manutenção e desmontagem das peças.

Durante a execução, é importante alinhar corretamente os furos e aplicar o torque adequado, evitando danos às roscas ou folgas na fixação.



MIGUEL, M., Como Parafusa um Parafuso: Aprenda de uma vez: WAP.

## 12. TABELA DE CUSTOS

<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Preço R\$</b>
Chapa Acrílica	1 Placa	50x30x4mm	50,00
Parafuso Autobrocante Flangeado	50 Unidades	14x40mm	19,00
Bits de chave Philips	5 Peças	1" 1x25mm	5,60
Metalon	1 Tubo	30x30x90cm	27,99
Barra chata	2 Barras	25x20x17mm	38,99
Chapa Metálica	1 Placa	30x40cm 3mm	69,99
Arame para soldagem MIG	1 Rolo	0.8mm	125,58
Parafuso sextavado	4 Unidades	14x40mm	10,00
Disco Flap	1 Unidade	4. ½"	6,19
Disco de Corte	1 Unidade	4. ½"	10,99
Arruela Lisa	4 Unidades	14mm	1,30
Gonzo	2 Unidades	½" 4mm	9,99
Porca sextavada	4 Unidades	M14	4,00
<b>Total</b>	-	-	<b>379,42</b>

### 13. PLANO DE MANUTENÇÃO

#### Plano de Manutenção – Protetor Universal para Tornos Mecânicos

Este plano de manutenção tem como objetivo garantir a segurança do operador, a integridade do protetor universal para tornos mecânicos e o bom funcionamento do equipamento durante as atividades de usinagem.

ATIVIDADE	PERIODICIDADE	RESPONSÁVEL	RECURSOS NECESSÁRIOS	ANÁLISE
Conferência da fixação do protetor ao torno	Semanal	Operador/Técnico	Chave de aperto	Evita soltura durante a operação
Limpeza do protetor (remoção de cavacos e óleo)	Diária	Operador	Escova, Pano, EPI	Após cada uso
Inspeção visual de trincas no acrílico/proteção	Mensal	Técnico	Lanterna e lupa	Substituir se houver risco
Lubrificação de dobradiças e articulações	Mensal	Equipe de Manutenção	Óleo lubrificante	Evita travamento e desgaste
Ajuste dos braços de sustentação do protetor	Trimestral	Técnico	Ferramentas manuais	Garante posicionamento correto
Revisão completa de fixações e suportes	Semestral	Equipe de Manutenção	Ferramentas manuais	Avaliar substituição de parafusos

Autoria Própria

## 14. CÁLCULOS

### 14.1 Resistencia a flexão

Material: Aço Carbono

#### FÓRMULA

$$P = L \cdot C \cdot e \cdot Pe$$

$$P = 300 \cdot 370 \cdot 4 \cdot 7850$$

$$P = 0,3 \cdot 0,37 \cdot 0,004 \cdot 7850 \text{ kg}$$

$$P = 3,485 \text{ Kg}$$

$$P = L \cdot C \cdot e \cdot Pe$$

$$P = 270 \cdot 340 \cdot 4 \cdot 7850$$

$$P = 0,27 \cdot 0,34 \cdot 0,004 \cdot 7850$$

$$P = 2,882 \text{ Kg}$$

### CONTA DA PARTE INTERNA – EXTERNA

$$P = PT - Pi$$

$PT = \text{parte total}$

$Pi = \text{parte interna}$

$$P = 3,485 - 2,882 \text{ Kg}$$

$$P = 0,603 \text{ Kg}$$

### CHAPA ACRILICA :

$$P = L \cdot C \cdot e \cdot 1250 \text{ Kg}$$

SUPERIOR

$$P = 298 \cdot 360 \cdot 4 \cdot 1250$$

$$P = 0,29 \cdot 0,36 \cdot 0,004 \cdot 1250 P$$

$$P = 0,522 \text{ Kg}$$

$$P = 290 \cdot 140 \cdot 4 \cdot 1250$$

$$P = 0,29 \cdot 0,14 \cdot 0,004 \cdot 1250$$

$$P = 0,203 \text{ Kg}$$



**TOTAL = SOMA DOS ACRILICOS**

0,725 Kg

### **AÇO INFERIOR**

$$P = L \cdot C \cdot e \cdot Pe$$

$$P = 300 \cdot 150 \cdot 4 \cdot 7850 \text{ Kg}$$

$$P = 0,3 \cdot 0,15 \cdot 0,004 \cdot 7850$$

$$P = 1,413 \text{ Kg}$$

$$P = 270 \cdot 120 \cdot 4 \cdot 7850 \text{ Kg}$$

$$P = 0,27 \cdot 0,12 \cdot 0,004 \cdot 7850$$

$$P = 1,017 \text{ Kg}$$

$$P = PT - Pi$$

$$P = 1413 - 1017$$

$$P = 0,396 \text{ Kg}$$

$$Tc = P2$$

$$Tc = 17242 \cdot (0,4 - 0,1 \cdot 30) (30 - 1,6)$$

$$Tc = 17242 \cdot (-2,6) (28,4)$$

$$Tc = 17245,2 + 28,4$$

$$Tc = 172433,6$$

$$Tc = 51,307$$

## 15. PROCESSO DE FABRICAÇÃO

### Operação 10

#### Fase 1:

Pegar chapa metálica de 900x300 mm e cortar na guilhotina no comprimento de 190x115 mm.

#### Fase 2:

Marcar e puncionar no comprimento de 52,5x25 mm, na distância em relação à lateral da chapa.

#### Fase 3:

Executar furo guia com broca de 8 mm na chapa, no ponto marcado.

#### Fase 4:

Executar furo de 14 mm na distância indicada.

### Operação 20

#### Fase 1:

Corte do metalon com o comprimento total de 270 mm.

#### Fase 2:

Corte do metalon com o comprimento de 470 mm.

#### Fase 3:

Executar solda MIG na união do metalon na base do metalon de 470 mm.

### Operação 30

#### Fase 1:

Corte na guilhotina de uma chapa nas medidas 370x300 mm.

#### Fase 2:

Na mesma chapa, fazer um recorte de 340x270 mm utilizando uma esmerilhadeira com disco de corte.

### **Operação 40**

#### **Fase 1:**

Cortar na guilhotina uma chapa nas medidas 300x150 mm.

#### **Fase 2:**

Na mesma chapa, fazer um recorte de 270x120 mm utilizando uma esmerilhadeira.

### **Operação 50**

#### **Fase 1:**

Cortar uma chapa acrílica de 4 mm nas medidas 280x350 mm.

#### **Fase 2:**

Cortar uma chapa acrílica de 4 mm nas medidas 280x130 mm.

### **Operação 60**

#### **Fase 1:**

Unir a chapa metálica de 300x370 mm com a chapa acrílica de 280x350 mm com parafusos autobrocantes.

Iniciar o furo na extremidade da chapa metálica com 70 mm de distância entre os parafusos no comprimento de 370 mm.

Iniciar o furo na extremidade da chapa metálica com 60 mm de distância entre os furos no comprimento de 300 mm.

#### **Fase 2:**

Unir a chapa metálica de 300x150 mm com a chapa acrílica de 280x130 mm com parafusos autobrocantes.

Iniciar o furo na extremidade da chapa metálica com 43 mm de distância entre os furos no comprimento de 150 mm.

Iniciar o furo na extremidade da chapa metálica com 60 mm de distância entre os furos no comprimento de 300 mm.

### **Operação 70**

#### **Fase 1:**

Soldar o metalon de 470 mm na horizontal, na extremidade do metalon de 270 mm.

#### **Fase 2:**

Soldar o metalon de 270 mm no centro da chapa metálica de 190x115 mm, no ponto 80x57,5 mm.

### **Operação 80**

#### **Fase 1:**

Soldar o visor na extremidade do metalon de 470 mm, no ângulo de 90°.

#### **Fase 2:**

Soldar o gonzo de 1/2" nas duas extremidades do visor, no comprimento de 300 mm.

#### **Fase 3:**

Soldar o visor 2 nos gonzos, alinhando as extremidades.

### **Operação 90**

#### **Fase 1:**

Cortar uma chapa metálica com 30x60 mm.

#### **Fase 2:**

Soldar essa chapa na chapa de 300x370 mm, no comprimento de 300 mm, na medida de 150 mm.

### **Operação 100**

#### **Fase 1:**

Executar o acabamento com disco flap em todas as áreas metálicas.

## **16. CONCLUSÃO**

O desenvolvimento do protetor universal para torno mecânico demonstrou-se uma solução eficaz para aumentar a segurança na oficina da ETEC Machado de Assis, atendendo às necessidades identificadas durante as aulas práticas. A ausência de dispositivos de proteção nos tornos representava um risco significativo aos alunos, e a implementação deste projeto contribui para minimizar acidentes, garantindo maior confiabilidade e tranquilidade no ambiente de ensino.

Além de atender às exigências da NR-12, o protetor foi projetado com materiais de baixo custo e alta resistência, mantendo a funcionalidade do equipamento sem comprometer a visibilidade do operador. A pesquisa empírica confirmou a percepção de insegurança entre os estudantes, reforçando a relevância da proposta. Com isso, o projeto não apenas cumpre seu objetivo principal, mas também promove um espaço mais moderno, seguro e alinhado às boas práticas de segurança do trabalho.

Por fim, este trabalho evidencia a importância da integração entre teoria e prática na formação técnica, mostrando que soluções simples e bem planejadas podem gerar impactos significativos na prevenção de acidentes e na melhoria das condições de ensino. Espera-se que este protetor sirva como referência para futuras iniciativas voltadas à segurança em ambientes educacionais e industriais.

## 17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROCHA, Paulo Cesar da, Processos de Fabricação, 1-4.ed ETEC Machado de Assis

Barra Chata. Hiperferro.com.br. Disponível em: [https://hiperferro.com.br/barra-chata.html?srsId=AfmBOoobqHWUbX2SNUdtd5mcjr36B\\_3CIs8j2jgVLd\\_T8ais58bmv24i](https://hiperferro.com.br/barra-chata.html?srsId=AfmBOoobqHWUbX2SNUdtd5mcjr36B_3CIs8j2jgVLd_T8ais58bmv24i).

Barra chata: Tudo que você precisa saber e quais segmentados que mais usam esse material. Distribuidora de Aço Inoxidável - Arinox. Disponível em: <https://www.arinox.com.br/blog/barra-chata-tudo-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 1 dez. 2025.

Bits Phillips: Saiba suas aplicações | IFLA Ferramentas. IFLA Ferramentas. Disponível em: <https://www.ifla.com.br/bits-phillips-saiba-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 1 dez. 2025.

Chapa de Acrílico Virgem Cristal de 2mm até 50mm. PLAST&CO. Disponível em: [https://www.plasteco.com.br/chapa-de-acrilico?srsId=AfmBOortBGIQruzCo-5jSSd2VICb4bvsw47mdpxZRMn7S0\\_8415wUXuA](https://www.plasteco.com.br/chapa-de-acrilico?srsId=AfmBOortBGIQruzCo-5jSSd2VICb4bvsw47mdpxZRMn7S0_8415wUXuA). Acesso em: 1 dez. 2025.

chapa-metalica-saiba-o-que-e-onde-usar-quanto-custa. Metaltec do Brasil. Disponível em: <https://www.blog.metaltecdobrasil.com.br/chapa-metalica-saiba-o-que-e-onde-usar-quanto-custa/>.

Metalon: tudo o que você precisa saber. Coppermetal. Disponível em: <https://www.coppermetal.com.br/blog/metalon-saiba-tudo/>.

Você sabe como funciona o parafuso auto brocante?| CRV Industrial Parafusos. Crvindustrial.com. Disponível em: <https://www.crvindustrial.com/blog/como-funciona-o-parafuso-auto-brocante>. Acesso em: 1 dez. 2025.

GMBH, R. B. Ferramentas elétricas Bosch | Bosch Professional. Disponível em: <https://www.bosch-professional.com/br/pt/>.

