

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ETEC SYLVIO DE MATTOS CARVALHO

Curso de Técnico em Mecânica

TÍTULO DO PROJETO: CALANDRA PORTÁTIL

**ABRÃO DE SOUZA OLIVEIRA
ADRIAN GABRIEL DE SOUZA
DIEGO HENRIQUE MILLA DE ARRUDA
EVERTON LUIZ PENARIOL
JOEL BATISTA DOS SANTOS
JUNIOR CESAR MARINI**

Matão, SP 2024

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rolos	09
Figura 2: Barra Roscada	09
Figura 3: Engrenagens	10
Figura 4: Rolamentos	10
Figura 5: Chapas Laterais	10
Figura 6: Buchas	10
Figura 7: Correntes	11
Figura 8: Motor 12v	11
Figura 9: Processo de Torneamento da Bucha	11
Figura 10: Processo de Torneamento dos Rolos	11
Figura 11: Bucha Usinada	12
Figura 12: Rolo Usinado	12
Figura 13: Processo de Furação	12
Figura 14: Chapa Furada	12
Figura 15: Materiais Utilizados	13
Figura 16: Chapas Laterais Soldadas na Base	13
Figura 17: Montagem dos Rolos	14
Figura 18: Montagem do Motor	14
Figura 19: Fixação do Motor na Base	14

RESUMO

O trabalho consiste no desenvolvimento de um projeto de uma calandra portátil elétrica para a escola ETEC Sylvio de Mattos Carvalho.

Nas aulas práticas na oficina, passando pelos equipamentos presentes na área, deparamos com uma calandra de grande porte e tivemos a ideia de fabricar em uma escala menor, pois a de grande porte só atendia a deformação de materiais robustos, e com a criação dessa calandra elétrica pequena, facilitará nas aulas práticas deformar materiais pequenos e na praticidade de locomoção de uma área para outra.

É um equipamento de fácil manuseio, compacto, prático e de enorme apoio para as aulas na oficina.

Com a aquisição desse equipamento haverá uma melhora no desempenho dos alunos nas aulas práticas e também nas atividades realizadas pelo corpo docente.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	05
2. OBJETIVOS	06
2.1 <i>Objetivo Geral</i>	06
2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	06
3. CALANDRA INDUSTRIAL.....	09
4. METODOLOGIA	08
4.1 <i>Componentes utilizados na construção da calandra</i>	09
4.2 <i>Compra de Materiais</i>	11
4.3 <i>Materiais e Ferramentas</i>	11
4.4 <i>Projeto e Desenvolvimento</i>	12
4.5 <i>Processos de Fabricação</i>	14
4.6 <i>Montagem</i>	16
5. RESULTADOS ESPERADOS	18
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
8. IMAGENS EM ANEXOS	20

1. Introdução

Calandragem é um processo de grande importância para a indústria em geral e consolidou sua forte presença como ferramenta indispensável para vários setores de produção. Ela surgiu a tempos atrás, devido a necessidade do processo da calandragem.

O funcionamento da calandra é relativamente simples, ela possui rolos em seu interior que são usados para modelar chapas conforme o necessário. O material que é utilizado passa por esses rolos que exercem pressão para curvÁ-lo.

Desenvolvida por muitos ao redor do mundo, ao longo dos anos a calandra se tornou uma ferramenta com variados modelos e utilidades, com variação de potência, quantidade de rolos, podendo ser encontrada na forma manual ou motorizada.

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O projeto foi desenvolvido com o objetivo de construir uma máquina de calandragem elétrica que beneficia o aluno e o corpo docente por diminuir o esforço feito para a conclusão da atividade, facilitando o trabalho e melhorando as condições de trabalho do operador.

2.2 Objetivos Específicos

Melhorar a interação dos alunos junto ao corpo docente nas realizações de atividades.

O modelo que definimos para ser projetado e construído é um modelo em menor escala e portátil do que o que normalmente é utilizado em fábricas de grande porte. Optou-se por proceder assim para que fosse mais viável o transporte e também para que o custo não fosse alto.

3. Calandra Industrial

“ A **calandra industrial** é um processo presente em diversas indústrias que precisam de materiais metálicos com formas curvas e precisão. Esse procedimento, conhecido como **serviço de calandragem**, envolve a deformação controlada de metais, sendo amplamente utilizado em setores como a construção civil, automotivo, naval e até mesmo na energia.”

A calandragem industrial é um processo mecânico de conformação de materiais metálicos, no qual uma peça é deformada de maneira controlada, criando curvas e formatos cilíndricos. Para isso, utiliza-se uma máquina chamada calandra, que possui cilindros ajustáveis para aplicar a pressão necessária ao material, moldando-o conforme o projeto.

No serviço de calandra, diversos tipos de metais podem ser utilizados, como o **aço**, pela sua resistência e durabilidade; o **alumínio**, que é mais leve e fácil de moldar; e o **cobre**, que oferece boa condutividade e é maleável.

Cada material tem suas propriedades específicas, e a escolha depende da aplicação final do produto.

A calandra industrial é o equipamento principal nesse processo. Existem diferentes tipos, como: a **calandra de chapas**, ideal para dobrar e curvar grandes chapas de metal; a **calandra de tubos**, usada para criar curvas em tubos de diversos tamanhos; e a **calandra de perfis**, especializada em moldar perfis metálicos para diferentes indústrias.

Etapas do processo:

1. **Preparação do material:** Escolhe-se o metal adequado, considerando a espessura e as especificações do projeto.
2. **Ajuste e configuração da calandra:** A máquina é ajustada de acordo com o tipo de metal e a curvatura desejada.
3. **Processo de curvatura e controle de espessura:** O material passa pelos cilindros da calandra, onde é moldado de forma controlada.
4. **Finalização e acabamento:** Após a curvatura, a peça pode passar por processos de acabamento, como polimento ou pintura.

Tipos de calandragem:

- **Calandragem a quente:** O metal é aquecido antes do processo de curvatura, o que facilita a deformação, especialmente em materiais mais rígidos.
- **Calandragem a frio:** Utilizada em materiais que não precisam ser aquecidos, geralmente garantindo maior precisão no acabamento.
- **Calandragem de chapas, tubos e perfis:** Cada tipo de material requer um processo específico de calandragem, sendo as chapas mais comuns na construção civil e os tubos em setores como o automotivo e o naval.

Principais aplicações da calandragem na indústria

A **calandragem** é amplamente usada em diversas indústrias devido à sua capacidade de criar formas complexas com alta precisão. Entre as principais aplicações estão:

Construção civil: As estruturas metálicas e perfis curvados são essenciais para projetos arquitetônicos, pontes e viadutos. O **serviço de calandra** oferece a precisão necessária para garantir a integridade estrutural desses elementos.

Indústria automotiva: No setor automotivo, o processo de calandragem é utilizado para fabricar peças como

chassis e componentes de exaustão. A curvatura precisa dos materiais é fundamental para garantir o encaixe perfeito e o desempenho eficiente dos veículos.

Setor naval e de petróleo e gás: As tubulações utilizadas em plataformas de petróleo e embarcações dependem da calandragem para que os materiais tenham o formato adequado e possam suportar condições adversas, como pressão e corrosão.

Energia e infraestrutura: A fabricação de tanques de armazenamento, utilizados em usinas e plantas industriais, requer o uso da **calandra industrial** para garantir que os grandes volumes de metal sejam moldados corretamente, mantendo a resistência e durabilidade.

Aplicações personalizadas: A **calandragem** também permite a criação de peças personalizadas sob demanda, sendo ideal para indústrias que necessitam de formatos específicos em seus projetos.”

Fonte : <https://www.stellinter.com.br/blog/calandra-industrial-entenda-como-funciona-o-servico-de-calandragem/>

4. Metodologia

A realização do projeto será efetuada por etapas necessárias, como o planejamento, compras dos materiais, montagem, testes e acabamentos. Na parte mecânica, utilizaremos duas chapas laterais de ¼” de espessura com 3 rolos cilíndricos de ferro com 1.¼” de espessura para realização da prensa e curvatura das chapas, onde o movimento será realizado por um motor. As chapas que serão trabalhadas na calandra são de até 1/8mm de espessura, onde a força resultada do motor fará com que os rolos cilíndricos girem causando a deformação desejada no material.

4.1 Componentes utilizados na construção da calandra:

- *3 Barras cilíndricas de 400mm com 1.1/4" espessura:* São usadas para exercer a pressão nas peças trabalhadas para causar a deformação necessária. Ambas as pontas foram usinadas sendo uma delas com Ø12,07mm e a outra com Ø7,00mm de rebaixo.
- *3 Engrenagens de 16 dentes:* Usadas em conjunto com a corrente para exercer o movimento rotativo na barra cilíndrica.
- *1 Corrente:* A corrente conecta as engrenagens em um sistema fechado, permitindo o movimento sincronizado entre elas. O funcionamento das engrenagens de corrente se baseia no princípio de transmissão de movimento por contato entre os dentes
- *1 Motor Bosch 12v com 18 amperes com torque de 9nm e velocidade 75rpm*
- *1 Botão de emergência:* Usado para ser acionado em caso de emergência resultando na parada imediata da máquina.
- *1 Sinaleiro LED 220v:* O sinaleiro LED é um dispositivo compõe um circuito elétrico usado para indicar ao operador quando a máquina está ligada.
- *1m de metalão 60x40mm e 1.8mm de espessura:* É a base da nossa calandra, soldadas entre si para melhor apoio das chapas laterais.
- *6 Rolamentos mod. 6201:* É o componente que permite movimento rotativo entre as barras cilíndricas e as chapas laterais. Ele serve para reduzir o atrito ou fricção de deslizamento entre as superfícies de contato.
- *1 Barra roscada 1/2":* É utilizada para fazer o movimento vertical das barras cilíndricas.
- *2m de fiação elétrica.*
- *12 Parafusos Allen 6mm.*

- *2 Chapas de ¼” de espessura 180x150mm:* É utilizada como chapa lateral na fixação das barras cilíndricas.
- *1 Botão duplo:* Utilizado como botão reverso.

4.2 Compra de Materiais

Tabela 1 - Custos

Item	Material	Qtde.	Investimento
1	Rolamento de Esfera	6	R\$ 90,00
2	Perfil Dobrado (Chapa de ¼ “)	2,2kg	R\$ 34,00
3	Barra Roscada (½ “)	1	R\$ 20,00
4	Rolos Cilíndricos 400mm	3	R\$ 26,00
5	Correntes (Material Reutilizado)	1	R\$ 50,00
6	Pinhão de 16 dentes (Material Reutilizado)	3	R\$ 40,00
7	Fiação Elétrica (Material Reutilizado)	2m	R\$ 7,00
8	Chapa 3/16”	2	R\$ 34,00
9	Motor 12v (Material Reutilizado)	1	R\$ 100,00
10	Botão de Emergência	1	R\$ 30,00
11	Parafuso Allen 6mm	12	R\$ 6,00
12	Sinaleiro LED 220v	1	R\$ 14,00
13	Botão Duplo	1	R\$ 24,00
TOTAL			R\$ 374,00

4.3 Materiais e Ferramentas

O grupo utilizou as seguintes ferramentas para a construção do protótipo:

Lixadeira

- Máquina de Solda
- Esquadro
- Furadeira
- Brocas
- Martelo

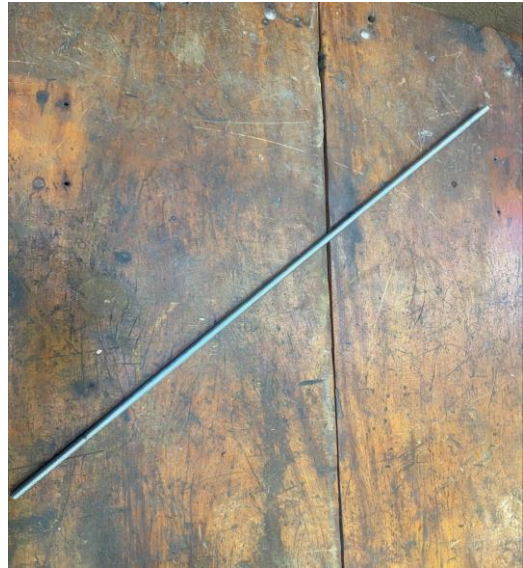
- Chaves de Boca/Philips/Fenda/Torx
- Compressor
- Trena
- Paquímetro

4.4 Projeto e Desenvolvimento

Figura 1: Barras Cilíndricas



Figura 2: Barra Roscada



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 3: Engrenagens 16 dentes



Figura 4: Rolamentos mod. 6201



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 5: Chapas Laterais



Figura 6: Buchas



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 7: Corrente



Figura 8: Motor Bosch 12v



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

4.5 Processos de Fabricação

TORNEAMENTO

Fizemos o torneamento das buchas e dos rolos para realizarmos o encaixe necessário na montagem.

Figura 9: Torneamento da Bucha

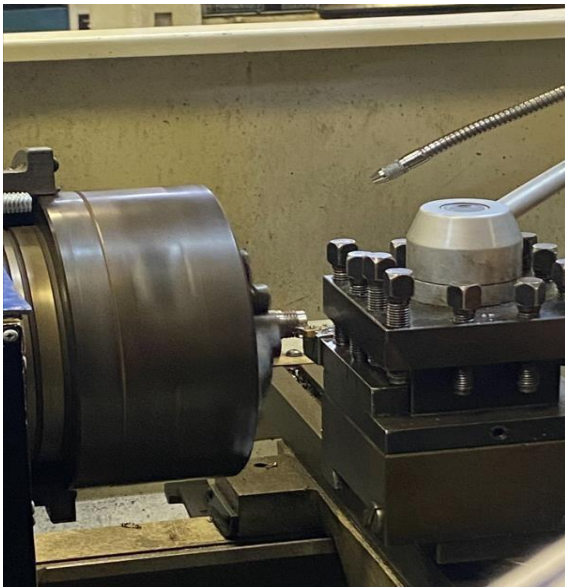


Figura 10: Bucha Usinada



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 11: Torneamento dos Rolos

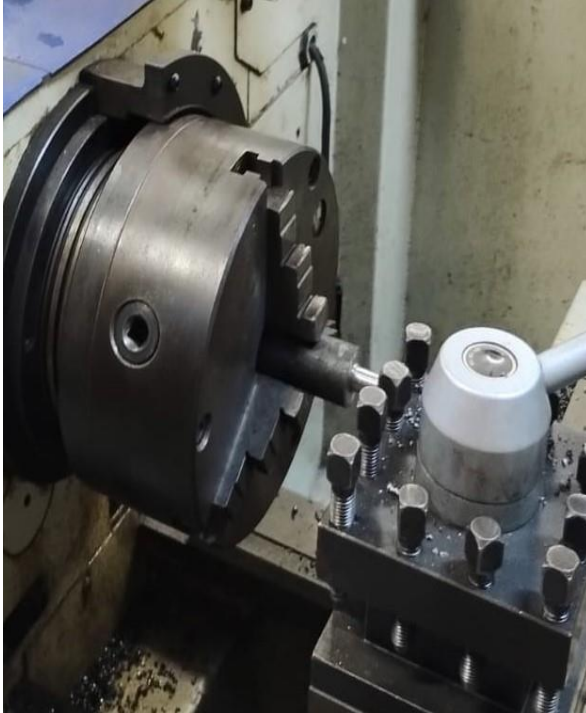


Figura 12: Rolo Usinado



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

FURADEIRA

Furamos a chapa lateral para o encaixe dos rolos com uma serra copo.

Figura 13: Processo de Furação



Figura 14: Chapa Furada



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

4.6 Montagem

A montagem se iniciou soldando as chapas laterais na base de metalão, unindo-se a ela os 3 rolos com as engrenagens e rolamentos em suas respectivas funções. Após isso instalamos o motor de 12v que ficará dentro de uma proteção. Usaremos uma barra roscada para regulagem dos cilindros para comportar a espessura das chapas trabalhadas.

Figura 15: Materiais Utilizados



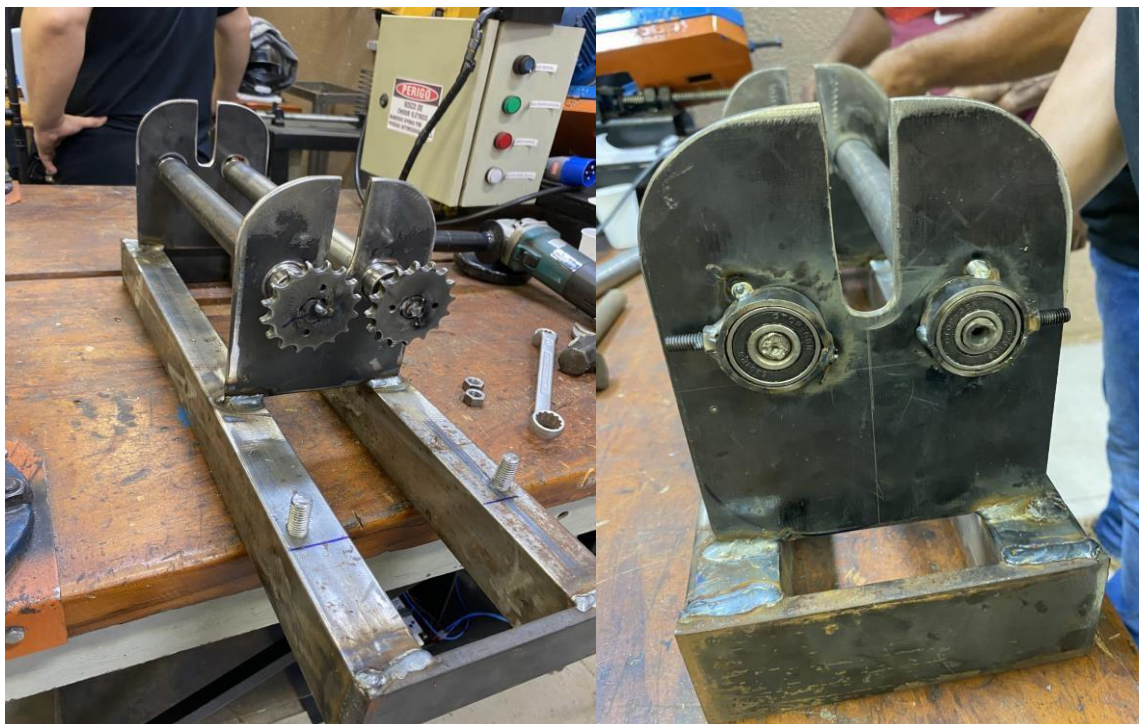
Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 16: Chapas laterais soldadas na base



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 17: Montagem dos rolos



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

Figura 18: Montagem do motor



Figura 19: Fixação do motor na base



Fonte: Acervo de fotos do grupo.

5. Resultados Esperados

Esperamos que nosso projeto além de ter um baixo custo benefício também seja de grande utilidade para a escola, pois poderá ser utilizado para a realização de atividades e para serviços do corpo docente.

6. Considerações Finais

O protótipo demonstrou um bom desempenho com destaque para a precisão e na facilidade de uso.

Esse projeto contribuiu significativamente para o grupo que o desenvolveu, pois foi uma oportunidade e uma experiência única de colocarmos em prática aquilo que aprendemos sobre solda, usinagem e montagem nas aulas técnicas de mecânica.

A calandragem é um processo de muita importância para a indústria, pois permite a criação de peças com formas complexas de maneira eficiente e precisa. Além disso, é uma alternativa econômica e sustentável em relação a outros processos. Também é uma técnica usada em diversas áreas como a metalurgia, a aeroespacial, a automobilística, a alimentícia, a farmacêutica etc.

7. Referências Bibliográficas

BENAZZI JUNIOR, Ivar; CAVERSAN, Elpidio Gilson. TECNOLOGIA DE ESTAMPAGEM 2: Dobra e Repuxo. 2012. 30 f. Monografia (Especialização) - Curso de Fabricação Mecânica, Fatec Centro Paula Souza, Sorocaba, 2012. Disponível em: <http://www.eterfs.com.br/material/mecanica/APOSTILA_DE_ESTAMPAGEM_FATEC220813-3.pdf>. Acesso em: 02 out. 2024.

CALANDRAGEM. [201-]. Disponível em: <http://ctborracha.com/?page_id=1444>. Acesso em: 04 out. 2024.

FERNANDO. Calandra: Uma máquina perigosa. 2015. Disponível em: <<http://linksst.com/calandra-uma-maquina-perigosa/>>. . Acesso em: 05 out. 2024.

OLIVEIRA, Marcelo Barbosa de. Relatório Calandra. 2011. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABp0MAD/relatorio-calandra>>. Acesso em: 05 out. 2024.

REVOLUÇÃO Industrial. [201-]. Disponível em: <<http://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>>. Acesso em: 05 out. 2024.

RADDAR (Brasil). Trazer Distribuidora. CALANDRAS: O QUE SÃO E PRA QUE SERVEM?. 2015. Disponível em: <<http://www.trazerdistribuidora.com.br/blog/servicos/calandras-o-que-sao-e-pra-queservem/>>. Acesso em: 05 out. 2024.

8. Imagens em Anexos

[D:\CALANDRA PORTATIL](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\bucha.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\CONJUNTO DO SUPORTE.iam](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\MANIPULO NOVO.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\PARAFUSO MENOR.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\ROLO.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\ROLO01.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\ROLO02.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\SUPORTE DO PARAFUSO.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\SUPORTE DOS ROLOS.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\travessa longitudinal.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\travessa transversal.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\BASE.iam](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\caixa.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\ch10 x 60x 173.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\placa suporte.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\rolete 63 x 327.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\TR 60x40.ipt](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\Calandra Montada.iam](#)

[D:\CALANDRA PORTATIL\TCC 3C3\Calandra Montada01.iam](#)

