

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

CHAVE AJUSTÁVEL

João Ghabryel Silva Pedroso
Miguel da Cruz Fukuda
Patrick Raphael da Silva Santos
Renan Eduardo de Oliveira
Wesley Matheus Dos Santos Dias

Resumo: O trabalho discorre sobre o desenvolvimento de uma chave ajustável para Parafusação. A chave é fabricada de materiais, elementos e processos de uso corrente em oficinas e tem o objetivo de facilitar o transporte e armazenagem e o custo de aquisição de ferramentas, fazendo com que apenas uma ferramenta possa manipular diversos tamanhos e tipos de parafusos. A chave ajustável mostrou-se eficiente e com custo baixo, atingindo assim os objetivos.

Palavras-chave: Parafusação; Chave; Corrente; Ajustável.

1. Introdução

As ferramentas fazem parte do desenvolvimento do homem. Nos primórdios do homem, as ferramentas eram construídas de diversos tipos de materiais, dando até mesmo, nome as épocas: idade da pedra, do bronze e do ferro (A história das ferramentas, Gedore). As civilizações que tinham o domínio da fabricação e manipulação de ferramentas detinham vantagens tecnológicas para sua expansão e domínio.

Com o avanço das tecnologias foram surgindo ferramentas mais sofisticadas. As fixações por parafusos exigiam novas ferramentas para sua aplicação. Estima-se que por volta de 400 a.C. surgiu o parafuso, inventado por Arquitas de Tarento (A história dos parafusos e suas especialidades, Fati ferramentas), sendo que, apesar do uso corrente desta nova tecnologia só em 1568, Jacques Besson, desenvolveu um equipamento para fabricação padronizada de parafusos. Desde então, diversos tipos e dimensões de parafusos foram desenvolvidos para as mais diversas aplicações: desde construções civis, máquinas e equipamentos e médica e odontológicas (próteses). Para a manipulação destes elementos foram desenvolvidas diversas ferramentas manuais e automatizadas. As principais ferramentas manuais são chaves de: fenda, Phillips, Allen, boca, torx, estriada, inglesa, etc.

1.1. Problema

Na operação, manutenção e montagem de máquinas, equipamentos e estruturas mecânicas é necessária a manipulação de ferramentas manuais. Quando se trata de fixações, os principais elementos normatizados para fixações removíveis são os parafusos. Na indústria metal mecânica existem diversos tipos e dimensões de parafusos que, dentro do ambiente de trabalho, exige uma diversidade de ferramentas e tamanhos. Essa quantidade de tipos e dimensões de ferramentas causa dificuldades de armazenamento, transporte, higienização, segurança e custo de aquisição.

1.2. Justificativa

Na indústria metal mecânica (máquinas, equipamentos e veículos) o uso de ferramentas é essencial para as operações. Segundo a Agência Brasil (Bocchini), a comercialização/venda de máquinas e equipamentos no Brasil aumentou em 15%, tendo como principal mercado a China, com um total de 3,1% nas exportações. Esses dados evidenciam a importância do desenvolvimento e aprimoramento de ferramentas manuais.

1.3. Objetivo

Criar uma chave ajustável que consiga apertar e soltar parafusos de vários tamanhos, usando materiais simples e fáceis de encontrar em oficinas. A ideia é ter uma ferramenta prática, fácil de guardar, mais barata e que possa substituir várias chaves diferentes, facilitando o trabalho do dia a dia.

1.3.1. Geral

Facilitar o armazenamento e fixação de parafusos e porcas de tamanhos diversos e promover a economia financeira do cliente com aquisição de apenas uma ferramenta.

1.3.2. Específico

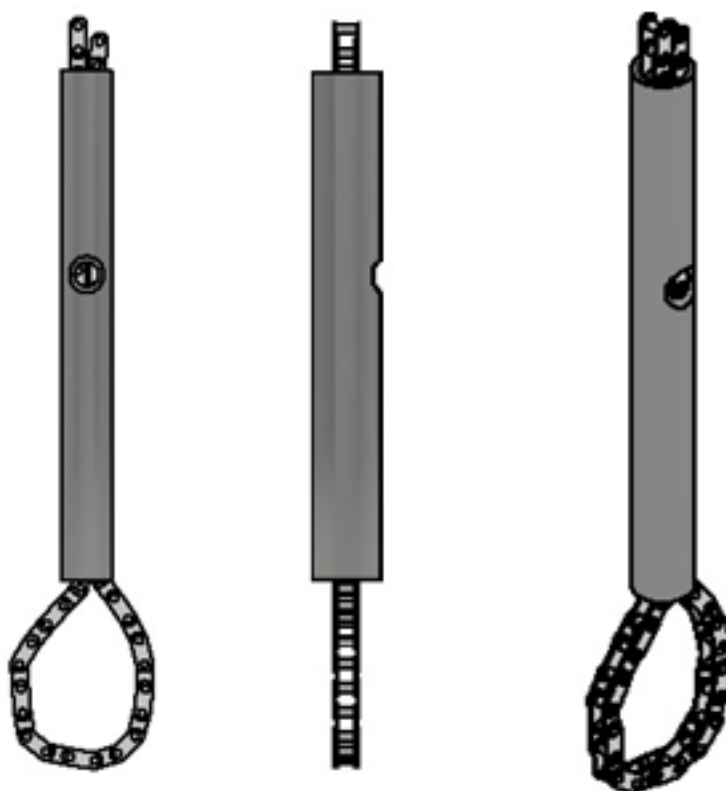
Projetar e construir uma chave ajustável feita com corrente e perfil metálico tubular para a Parafusação de diversos tamanhos de porcas e parafusos.

2. Desenvolvimento

2.1. Desenhos e dimensionamentos

O projeto da chave ajustável – figura 1, foi realizado com auxílio do software AutoDesk Inventor profissional.

Figura 1 – Modelamento da chave de corrente ajustável.



Fonte: autoria própria.

Os dimensionamentos foram realizados conforme a resistência da corrente escolhida para o projeto e para o diâmetro e espessura do tubo, conforme cálculos e tabela 1.

Tabela 1 – Dimensionamento.

- Dimensionamento:		
l = comprimento da chave (tubo)		
h = entre lados da porca		
Øt = diâmetro do tubo		
# = espessura do tubo		
Mt = momento torçor ou torque		
Ft = força tangencial		
F = força na chave		
- Delimitação:		
l = 250 mm	Øt = 1" (25,4")	# = 3 mm
Propriedades de Área do tubo da Chave		
A = 211,1 mm ² - Área da secção transversal		
R = 8 mm - Raio de Giração		
I = 13478,6 mm ⁴ - Momento de Inércia		
Wf = 1061,3 mm ³ - Módulo de Resistência e Flexão		
Aço Inoxidável 316;		
Limite de Escoamento (LE) de 290 Mpa		

Fonte: autoria própria.

Torque Máximo (MT):

$$J = \frac{Mt}{Wf} = 307,8 \text{ kNm}$$

$$MT = F \cdot L = \frac{MT}{L} = F = 1231,2 \text{ N ou } 123,1 \text{ kgF}$$

$$J = \frac{MT}{WF} = MT = J \cdot WF = MT = LE \cdot WF = MT = 307,8 \text{ kNm} \text{ ou } 307,8 \text{ Nm}$$

$$MT = FT \cdot \frac{H}{2} = FT = MT \cdot \frac{2}{H} = FT = 14,7 \text{ kN ou } 1470 \text{ kgF}$$

H = 46 mm (maior porca) = Parafuso M30

A corrente utilizada é de uma bicicleta aro 26 com característica similar a corrente DID40: carga de repertura de aproximadamente 1500 kgf (fu) fator de segurança (fs) de:

$$FS = \frac{fu}{ft} = 1$$

2.2. Orçamento e lista de materiais

Os materiais utilizados foram – tabela 2.

Tabela 2 – Lista de materiais.

Orçamento		
Item	Quantidade	Valor
Barra de inox	1	99,90
Corrente de bicicleta	1	17,90
Luva protetora	1	14,00
Parafuso borboleta	1	7,00
Porca sextavada	2	1,80
Arruela m6	2	1,20

Fonte: autoria própria.

2.3. Processos de fabricação

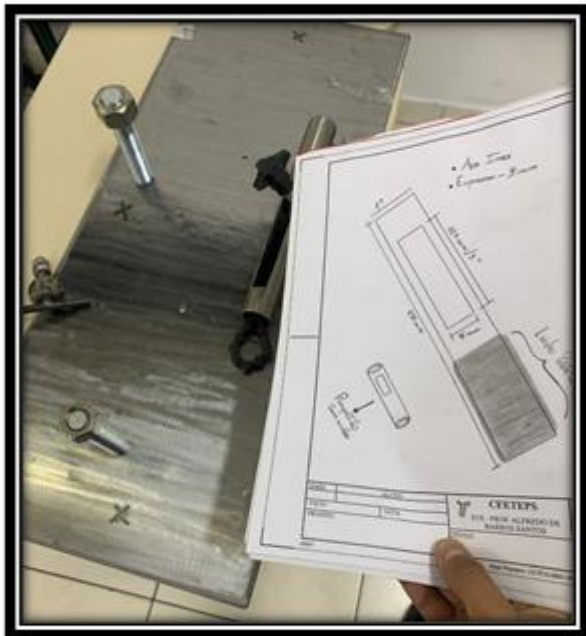
A fabricação da chave ajustável desenvolvida neste projeto envolveu etapas simples, porém precisas, utilizando materiais acessíveis e técnicas manuais. O objetivo foi garantir resistência estrutural, funcionalidade e conforto durante o uso.

Inicialmente, foi selecionado um tubo de aço inoxidável com diâmetro externo de 1 polegada (25,4 mm) como corpo principal da ferramenta, devido à sua alta resistência mecânica e à boa resistência à corrosão. O tubo foi cortado com auxílio de uma lixadeira, resultando em uma peça com 250 mm de comprimento, dimensão escolhida para garantir alavancagem adequada sem comprometer a ergonomia da ferramenta.

Posteriormente, foi realizado um rasgo longitudinal no centro do tubo, utilizando uma lixadeira com disco de corte para metal, o tubo tem como material aço inox foi tratado, polido e bem armazenado para evitar corrosão ou danificação. (figuras 2 e 3).

Figura 2 – Croqui.

Figura 3 – Tubo de inox com o rasgo.



Fonte: autoria própria.

O rasgo teve extensão de 127 mm de comprimento por 16 mm de largura, sendo esta abertura essencial para o encaixe da corrente de bicicleta que atuará como elemento ajustável da ferramenta.

Além disso, foi incorporado ao projeto um parafuso tipo borboleta, instalado dentro do rasgo central do tubo de aço inox, com o objetivo de permitir o aperto e a fixação da corrente de bicicleta. Esse mecanismo possibilita o ajuste da corrente de acordo com o tamanho da porca ou união a ser manipulado, travando-a de forma firme e segura durante o uso.

A escolha do parafuso borboleta se deu por sua facilidade de manuseio manual, dispensando o uso de ferramentas auxiliares e permitindo ajustes rápidos e precisos pelo próprio usuário. (figura 4 e 5).

Figura 4 – Porca borboleta.



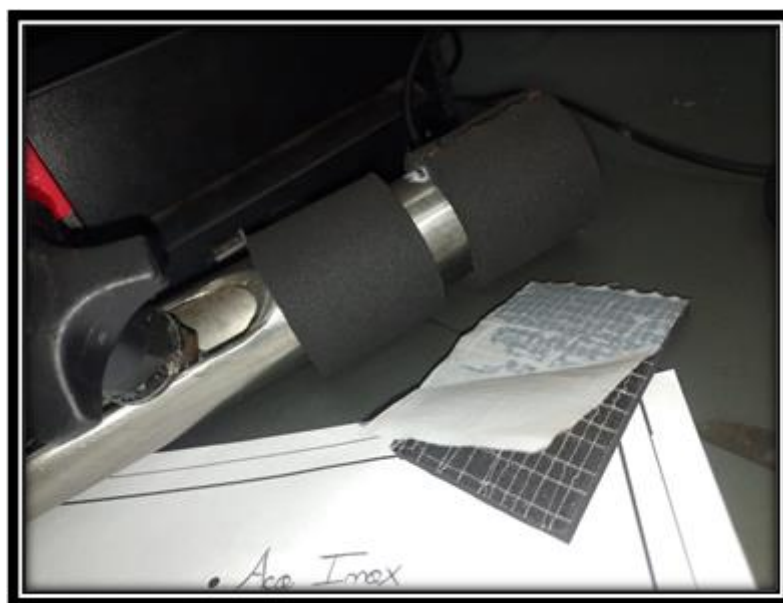
Figura 5 – Solda na corrente.



Fonte: autoria própria.

Com o tubo cortado e o rasgo concluído, foi feita a aplicação de uma luva protetora na extremidade inferior do cabo. A luva, fabricada em borracha macia, foi colada sobre o tubo com adesivo industrial resistente, visando proporcionar uma empunhadura mais segura e confortável ao usuário, além de evitar deslizamentos durante o manuseio. (figura 6)

Figura 6 – Luva de borracha.



Fonte: autoria própria.

Cada etapa do processo de fabricação foi realizada com foco na precisão dimensional e na segurança estrutural do produto, assegurando que a ferramenta atenda aos requisitos de funcionalidade e durabilidade estabelecidos no projeto (figura 7).

Figura 7 – Verificação do funcionamento da chave.



Fonte: autoria própria.

Após Chave preparada conservada e pronta, foi reaproveitado uma grande placa de carbono para ser acoplada as porcas de demonstração para aperto da chave, essa placa teve de ser polida por uma lixadeira para retirar toda sua matéria pura e impurezas permitindo a fixação da solda e uma melhor apresentação além de ter tratada com passagem de lubrificantes ante oxidante. Após toda limpeza e retirada de impurezas da placa de carbono foi feita a Solda e fixação de porcas de exemplo para o aperto da chave em cima a placa de carbono e logo feita sua limpeza com escova de aço e retiro de toda escória e fuligem e polimento novamente e outras demarcações na chapa – figura 8.

Figura 8 – Chapa de teste da chave ajustável.



Fonte: autoria própria.

2.4. Aspectos de manutenção

Limpeza:

- Utilize pano macio de microfibra com sabão neutro e água morna para remover sujeira e manchas.
- Evite esponjas abrasivas, que podem riscar a superfície do inox.
- Enxague bem com água limpa e seque com um pano limpo.

Inspeção:

- Verifique regularmente a superfície do tubo em busca de sinais de corrosão.
- Se houver sinais de corrosão, remova a área afetada com uma escova de aço suave e aplique um tratamento preventivo.
- Lubrificar cuidadosamente a corrente com uma mínima quantidade de graxa.

Produtos de limpeza:

- Utilize produtos de limpeza compatíveis com o inox, evitando agentes clorados ou abrasivos.
- Evite produtos químicos agressivos que possam danificar a superfície do tubo.
- Em ambientes extremamente úmidos ou corrosivos, considere a aplicação de um protetor de superfície ou azeite mineral.

2.5. Aspectos de segurança

Segurança estrutural:

- Verifique se os materiais usados suportam o torque necessário sem deformar ou quebrar.
- Todos os elementos da chave devem estar firmemente presos.
- Rebarbas ou pontas da corrente ou do tubo devem ser lixadas ou cobertas para evitar cortes nas mãos.

Segurança no manuseio:

- A chave deve estar bem posicionada para não escorregar durante o uso – isso pode gerar acidentes.
- Segurar pela empunhadura antiderrapante (luva protetora) para evitar que a mão escorregue.
- Se possível, inclua um limitador ou orientação para não ultrapassar um torque seguro, evitando danos à ferramenta e ao operador.

Segurança do usuário:

- Uso de EPIS:
 - Luvas de proteção contra cortes e atrito.
 - Óculos de segurança caso a peça se solte ou a ferramenta quebre.
- Recomende uma posição de uso segura que evite que a ferramenta escorregue em direção ao corpo do usuário.

Testes e avaliação de riscos:

- Avalie se a corrente ou os encaixes se desgastam ou afrouxam com o tempo.
- Avalie riscos potenciais como quedas de peças, quebra da ferramenta, acidentes por escorregamento, entre outros.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A chave ajustável mostrou-se capaz de executar apertos em porcas e parafusos de diversos tamanhos, com facilidade e segurança para o operador.

O projeto proporciona conforto, segurança e portabilidade para o mecânico de manutenção, uma vez que, com apenas uma chave pode-se realizar o aperto de diversos tipos e tamanhos de parafusos.

O custo é acessível para profissionais autônomos e oficinas em geral.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

A história dos parafusos e suas especialidades. Fati Ferramentas.

<https://www.fatiferramentas.com.br/a-historia-dos-parafusos-e-suas-especialidades?srsId=AfmBOorOE4xbY53XUqaGHQ1az3u_Wz0L_oKykhPaA5LJGniG6_OPvI_L> Acessado em 26 de maio de 2025.

A História das Ferramentas Manuais. Gedore. <<https://blog.gedore.com.br/a-historia-das-ferramentas-manuais/>> Acessado em 26 de maio de 2025.

Vendas da indústria de máquinas sobem 15% no primeiro trimestre – Agência Brasil. Bocchini, Bruno. < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2025-04/vendas-da-industria-de-maquinas-sobem-15-no-primeiro-trimestre>> Acessado em 26 de maio de 2025.