

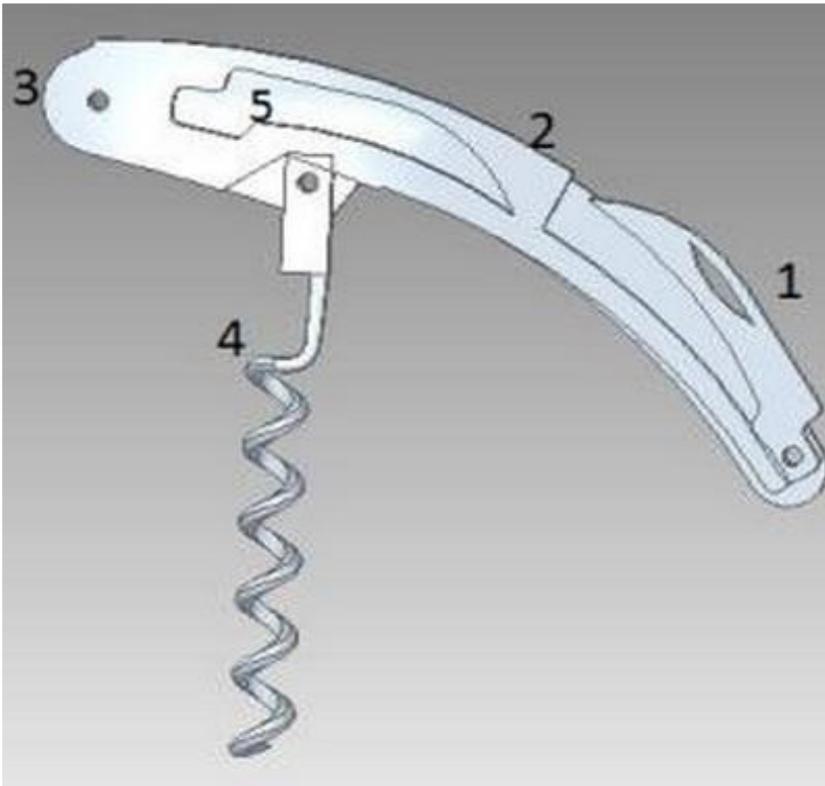
PROJETO PARA FABRICAÇÃO DE UM SACA-ROLHA

Disciplina 0407 - Introdução ao projeto e à manufatura

Grupo 2

- ▶ Beatriz Domingues Lodi n° USP: 8549236
- ▶ Camila Lumi Sakata n° USP: 8606087
- ▶ Heloisa Caes Lahr n° USP: 8124420
- ▶ Jéssica Claro Pereira n° USP: 8627869
- ▶ Mayra Cioni Diniz n° USP: 7692983

SACA-ROLHA



Constituído por:

- 1 - Lâmina
- 2 - Corpo
- 3 - Abridor de garrafas
- 4 - Saca-rolhas
- 5 - Mola

OBJETIVOS

Projetar
um saca-rolha

Melhorar o produto:
substituir material
original por um
material mais
resistente
mecanicamente e à
corrosão

Verificar a viabilidade
do uso de corte a laser
para todos os
componentes

Verificar os impactos
causados no custo final
de fabricação devido à
mudança optada

VISITA À CUTELARIA BIANCHI

- ▶ Localizada na cidade de Amparo- SP
- ▶ Mais de 200 tipos de itens
- ▶ Fabricação de canivetes, facas de cozinha, facas profissionais, facas esportivas, facões, garfos, afiadores espátulas e tábuas.



MATERIAL

Metal original: Alumínio

- Leve, dúctil e resistente à corrosão
- Baixo custo
- Elevada energia necessária para a sua obtenção
- Implicações ecológicas negativas no rejeito dos subprodutos de reciclagem e produção do alumínio primário.

Metais escolhidos: AÇO INOX AISI 430 (aço Ferrítico) e AÇO INOX AISI 420 (aço Martensítico)

- Aço 430: Resistência à corrosão sob tensão, fácil conformação e soldáveis
- Aço 420: Receptíveis à tratamento de têmpera, mas pouco soldáveis
- Procedimentos de fabricação são relativamente simples e econômicos
- Interessante combinação de propriedades mecânicas que podem ser modificados dentro de uma ampla faixa variando-se os componentes da liga e as suas quantidades, mediante a aplicação de tratamentos térmicos.
- Obtenção de peças de formas geométricas complexas com relativa facilidade e possibilidade de reciclagem.

MATERIAL

AÇO	COMPONENTE	COMPOSIÇÃO	APLICAÇÕES
AISI 420 (Aço Martensítico)	Saca-rolhas, abridor de garrafas, mola e lâmina	12% a 18% de cromo (núcleo inox); 1% a 1,5% de Carbono (costa)	Siderúrgica, cutelaria, instrumentos de medida, lâminas de corte, disco de freio, instrumentos hospitalares, odontológicos e cirúrgicos.
AISI 430 (Aço ferrítico)	Corpo	11% a 17% de cromo (núcleo inox); Menos de 0,3% de Carbono (costa)	Utensílios domésticos em geral, como baixelas, fogões, geladeiras, pias, talheres. Cunhagem de moedas e fichas telefônicas.

PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

- ▶ Cada componente deste produto foi fabricado através de consecutivas operações de corte, conformação e acabamento superficial.
- ▶ Exceto pelo saca-rolhas (espiral), todos os outros componentes têm como material base chapas laminadas de aço, podendo ser de espessuras diferentes.
- ▶ Durante o processo de fabricação, são aplicados também, tratamentos térmicos e operações de acabamento.

OPERAÇÕES: CORPO, LÂMINA, MOLA E ABRIDOR

- ▶ Laminação: é feita uma etapa de pré-laminação para diminuir a espessura da chapa até o valor desejado para o projeto.
- ▶ Corte: é feito o corte a laser das chapas de aço com a máquina Trulaser 3030 da Trumaf.
 - ▶ Tempo de fabricação, o layout, as dimensões requeridas, a forma, arranjo e a quantidade das peças são programados através de um software, fornecido pelo próprio fabricante.
 - ▶ A linguagem computacional utilizada é CNC.
 - ▶ Os furos para a fixação também são feitos pela máquina.

Vídeo corte a laser



OPERAÇÕES: CORPO, LÂMINA, MOLA E ABRIDOR

- ▶ Tratamentos térmicos, tais como:

- ▶ Têmpera: aquecimento a alta temperatura ($\approx 1040^{\circ}\text{C}$), seguido de resfriamento rápido. **Resultado:** obtenção de uma microestrutura interna extremamente dura, melhora da resistência mecânica ao desgaste e aumento do limite de resistência à tração e dureza.
- ▶ Revenimento: aquecimento em torno de 250 a 550°C , seguido de resfriamento. **Resultado:** alivia ou remove as tensões internas deixadas pela têmpera, corrige excessivas durezas e fragilidade, melhora sua ductilidade.

Fornos de tratamento térmico



OPERAÇÕES: CORPO, LÂMINA, MOLA E ABRIDOR

- ▶ Acabamentos superficiais, tais como:

- ▶ Tamboreamento: limpeza superficial das peças, removendo as superfícies foscas após o tratamento térmico. O processo é realizado colocando-se as peças dentro de um tambor, fechado ou aberto, o qual gira provocando a limpeza das peças pelo atrito com material abrasivo contido no tambor.
- ▶ Polimento: realizado na retifica passando-se continuamente a peça por rebolos com diferentes lixas. Objetivo: uniformizar a peça e oferecer um acabamento superficial brilhante e espelhado, remover riscos e diminuir a rugosidade.

Peça à direita após tratamento térmico e peça à esquerda após processo de tamboreamento



Vídeo polimento com três tipos de lixas



OPERAÇÕES: CORPO, LÂMINA, MOLA E ABRIDOR

- ▶ Especificamente para a lâmina, após o tamboreamento, é feito ainda uma operação de desbaste na retífica cilíndrica, por onde a peça passará por dois rebolos de liga fria para aços temperados, usinando a região da lâmina que proporcionará o corte.

Vídeo operação de desbaste feito na lâmina



Comparação antes e depois do polimento e desbaste



OPERAÇÕES DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

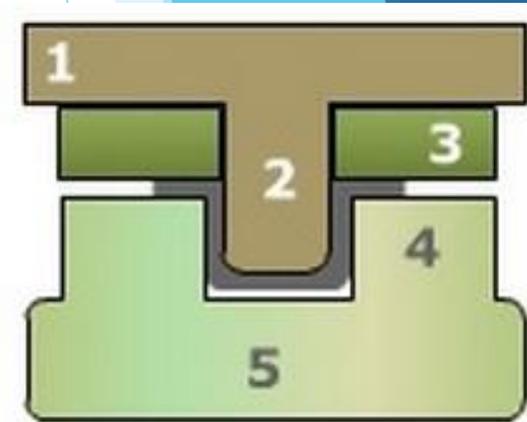
SACA-ROLHAS, ABRIDOR E PINOS

- ▶ Estampagem: para o abridor de garrafas, foi realizado além da operação de corte a laser uma operação de dobramento por estampagem.
 - ▶ Processo de fabricação de peças, através do corte ou deformação de chapas em operação de prensagem geralmente a frio.
 - ▶ Na operação de dobramento uma tira metálica é submetida a esforços aplicados em duas direções opostas para provocar a flexão e a deformação plástica.
 - ▶ A dobra é feita em prensas que fornecem a energia e os movimentos necessários para realizar a operação.

OPERAÇÕES DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

SACA-ROLHAS, ABRIDOR E PINOS

- ▶ A operação de dobramento exige que se considere a recuperação elástica do material, o chamado Efeito Mola que ocorre em todos os processos de conformação.
- ▶ O estampo de dobra é também conhecido como dobrador.
- ▶ É formado de punção e matriz e, geralmente, guiado pelo cabeçote da prensa ou placa-guia.
- ▶ São compostos de duas partes:
 - ▶ Macho peça de aço, temperada e revenida, corresponde à superfície interna da peça.
 - ▶ Fêmea é de aço e sua parte superior tem a forma da parte exterior da peça.



- 1- Suporte de punção
- 2- Punção ou penetrador
- 3- Prensa chapas
- 4- Matriz
- 5- Suporte da matriz

OPERAÇÕES DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA SACA-ROLHAS, ABRIDOR E PINOS

Para a fabricação do saca-rolha, são necessários dois processos: trefilação e conformação em torno simples.

- ▶ Conformação é o nome dado aos processos em que se aplica uma força externa à matéria-prima, obrigando-a a adquirir a forma desejada por meio da deformação plástica do material.

OPERAÇÕES DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

SACA-ROLHAS, ABRIDOR E PINOS

- ▶ Trefilação: operação de conformação em que a matéria-prima é estirada através de uma matriz em forma de canal convergente por meio de uma força de tração aplicada do lado de saída da matriz.
 - ▶ Utilizada para fabricação de fios metálicos de diferentes diâmetros.
 - ▶ Fio do saca-rolha e os pinos presentes no processo de montagem da peça, são feitos por trefilação.
 - ▶ Processo com grande precisão dimensional.
 - ▶ Superfície produzida é uniformemente limpa e polida
 - ▶ O processo influi nas propriedades mecânicas do material em combinação com um tratamento térmico adequado.

OPERAÇÕES DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

SACA-ROLHAS, ABRIDOR E PINOS

- ▶ Conformação em torno simples: após o processo de trefilação o fio obtido é conformado em um torno simples para adquirir a forma “enrolada” da peça.
 - ▶ Com o auxílio do torno simples e de uma ferramenta que será utilizada como eixo, o fio trefilado é preso em uma das extremidades e, conforme o movimento de rotação do torno é aplicado ao eixo, o fio se enrola, semelhante a fabricação de uma mola.
 - ▶ O diâmetro interno no saca-rolha é definido pelo diâmetro de eixo utilizado no torno.

PROCESSOS FINAIS

- ▶ O fio já enrolado é cortado do tamanho desejado e passa por tratamento térmico e processo de acabamento.
- ▶ Faz-se a afiação da ponta do saca-rolha para garantir que o objeto penetre na cortiça da rolha, utilizando uma esmerilhadeira, com rebolos adequados. Faz-se um arredondamento na ponta para retirar os cantos vivos, evitar a quebra da mesma e melhorar o acabamento.
- ▶ Após isso temos a fixação de todas as peças, a qual é feita com o auxílio de uma rebitadeira que gera uma deformação plástica no pino (trefilação) fazendo com que ocorra a fixação.
- ▶ Após controle de qualidade produto está pronto para ser embalado e distribuído no mercado.

Vídeo fixação por rebite



Vídeo embalagem



Vídeo corte da embalagem



PRECIFICAÇÃO

Operação	Preço da hora máquina	Salário Médio por hora (Mão-de-obra + 70% de encargos)	Tempo para uma peça (horas)	Custo da Manufatura (R\$)	CM total (R\$)
TruLaser 3030 (Trumpf)	R\$ 500,00 até R\$1000,00	R\$ 8,50	0,0063	4,80	8,95
Tratamento Térmico	R\$ 90,00	R\$ 8,50	0,0017	0,16	
Decapagem	R\$ 15,00	R\$ 8,50	0,0020	0,05	
Desbaste (Lâmina)	R\$ 40,00	R\$ 8,50	0,0083	0,40	
Polimento	R\$ 60,00	R\$ 8,50	0,0333	2,28	
Montagem	R\$ 80,00	R\$ 8,50	0,0042	0,37	
Lixamento (Contorno)	R\$ 40,00 até R\$ 50,00	R\$ 8,50	0,0150	0,88	

Subsistemas	Custo (Cento)	Nº em uma peça	Custo por peça
Rebites	R\$ 1,00	3	R\$ 0,03

PRECIFICAÇÃO

Custo da Matéria Prima (CMP)	Custo da Manufatura (CM)	Custo de Subsistemas (CS)	Custo Indireto (CI)	Custo de Fabricação (CF)
R\$ 0,78	R\$ 8,89 + R\$ 2,00*	R\$ 0,03	R\$ 2,88	R\$ 14,58

$$Impostos = PIS + COFINS + ICMS$$

↑
1,65%

↑
7,60%

↑
18,00%

- Cálculo do Fator

$$f = \frac{(100 - Impostos)}{100} = 0,7275$$

- Cálculo do Preço com Impostos

$$Preço Impostos = \frac{CF}{Fator} = R\$ 20,05$$

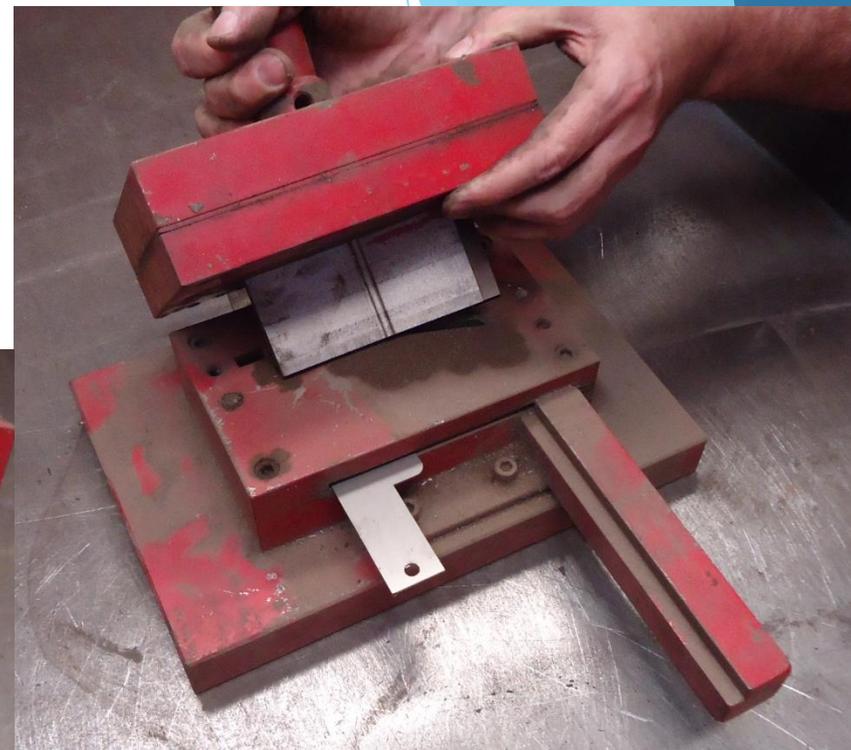
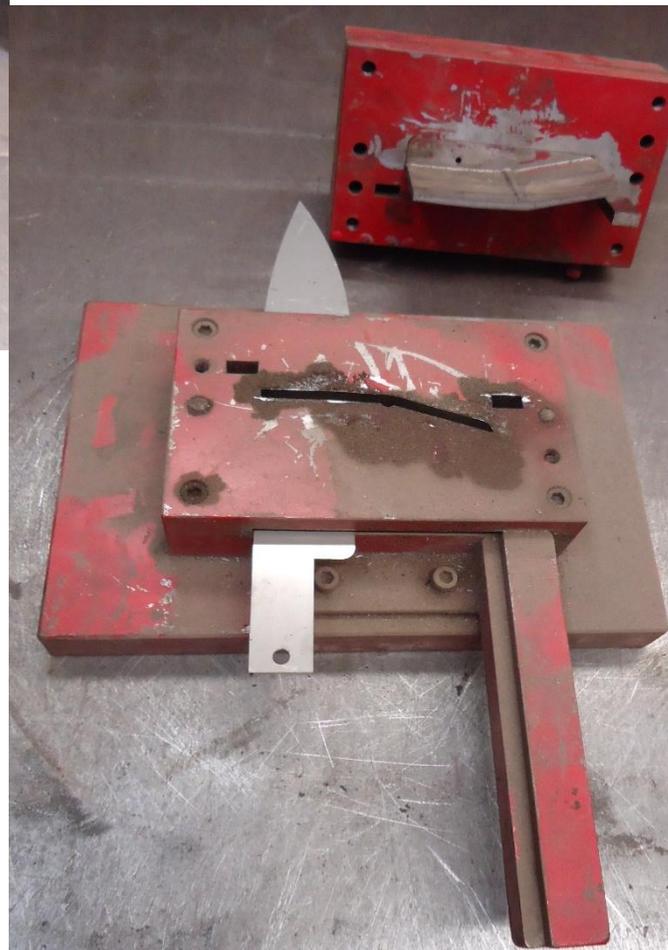
- Preço Final

R\$ 26,07

PRENSA x CORTE A LASER

- ▶ **Prensas:** são máquinas ferramentas em que o material (placa ou chapa) é trabalhado sob operações de conformação ou corte.
 - ▶ São usadas para conformar, moldar, cortar, furar e vazar peças.
 - ▶ Nesses processos existe uma punção que irá exercer uma força no material. Movimento pode ser feito através de um sistema hidráulico ou de um sistema mecânico, em que o movimento rotativo é transformado em linear através de um sistema de bielas.
- ▶ **Desvantagens:**
 - ▶ É necessária manutenção constante do ferramental. Manutenção da máquina a laser é periódica segundo recomendação do fabricante.
 - ▶ Para cada nova peça é necessária uma nova matriz. Máquina a laser dá liberdade de geometria à peça e rapidez em sua obtenção.
 - ▶ Prensa pode gerar dificuldades em acertar as dimensões da mola por exemplo, que deve exercer uma certa pressão no conjunto (escolha por tentativa e erro).
 - ▶ Elevado custo da matriz.
 - ▶ Necessidade de mão de obra especializada para realizar o processo. Máquina a laser necessita também de mão de obra especializada, porém não precisa acompanhar todo o processo, apenas executar o programa CNC.

Prensas



CONCLUSÃO

- ▶ A troca do material foi válida, visto o novo material escolhido apresenta características como boa resistência mecânica e à corrosão. Os aços AISI 420 e 430 implicam em aumento da qualidade do produto e atendem às exigências do mesmo.
- ▶ A substituição da máquina-ferramenta prensa, pelo corte a laser, traz melhoras para o projeto, principalmente no que diz relação ao tempo, fator importante, quando considerada uma produção em grande escala. Logo, desse ponto de vista o corte a laser apresenta vantagens para o processo em relação à prensa.
- ▶ Em relação ao preço final houve um significativo aumento em relação ao preço pelo qual o produto foi comprado. Porém deve-se levar em conta as diferenças no preço de mão de obra e nos impostos entre os locais no qual o produto é fabricado.
- ▶ Além disso o preço obtido para o saca-rolha nesse projeto encontra-se muito abaixo de outros valores encontrados no mercado, porém com uma qualidade semelhante ou até mesmo igual, devido à troca de material e de processo escolhido pelo grupo.

AGRADECIMENTOS

- ▶ Aos professores Jaime Gilberto Duduch e Renato Goulart Jazinevicius por sanar nossas dúvidas e dar orientações.
- ▶ Aos técnicos da oficina do departamento de Engenharia Mecânica José Carlos e Mauro que nos atenderam sempre que precisamos.
- ▶ Cutelaria Bianchi que permitiu nossa visita à fábrica na cidade de Amparo - SP bem como acompanhar todas as etapas de produção, além do auxílio no fornecimento de dados necessários ao projeto.

OBRIGADA!