

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

## **ESTAMPO DE CORTE PARA ARRUELAS**

Bianca da Silva Barros  
Bruna Daiana dos Santos  
Eliane de Paula Siqueira  
Jade Camily Anselmo Cândido  
Laura Marina dos Santos Rodrigues

**Resumo:** Com o constante avanço das tecnologias industriais, a busca por soluções que aumentem a produtividade e a precisão na fabricação de peças tornou-se fundamental. A produção de arruelas é processo essencial na indústria metalúrgica e automotiva, devido a sua aplicabilidade em fixação e vedação. Neste contexto, o uso de estampos de corte de alta performance tem se mostrado uma inovação crucial para otimizar este processo e garantir a qualidade do produto final. A estampagem consiste em um conjunto de processos que visam obter peças com geometrias próprias, que ocorrem por meio da deformação plástica do metal. É utilizado uma chapa plana, onde acontecem uma ou mais transformações resultando em um modelo de corte já determinado pela ferramenta.

Palavras-chave: arruelas; estampagem; produção.

### **1. INTRODUÇÃO**

As arruelas são componentes mecânicos de formato circular com furo central, geralmente fabricadas em metal, borracha ou plástico, cuja principal função é distribuir a carga de fixadores, como parafusos e porcas, sobre uma área maior. Isso contribui para a redução do desgaste nas superfícies de contato e previne o afrouxamento de fixações em diversas aplicações.

Existem diferentes tipos de arruelas, cada uma com finalidades específicas: a arruela lisa distribui uniformemente a pressão, protegendo as superfícies; a arruela de pressão (ou elástica) mantém a tensão entre as peças, evitando solturas por vibração; a arruela de travamento possui mecanismos que impedem o movimento do fixador; e a arruela de borracha atua como elemento de vedação e amortecimento.

As aplicações das arruelas são amplas e abrangem setores como a construção civil, indústria automotiva, eletroeletrônicos e máquinas industriais. Em todos esses segmentos, as arruelas contribuem significativamente para a segurança, a estabilidade e a durabilidade das estruturas e equipamentos.

Portanto, a correta escolha da arruela, considerando material, dimensões e resistência à corrosão, é essencial para garantir a eficiência e a integridade das conexões mecânicas. A utilização adequada deste componente, embora muitas vezes subestimado, é fundamental para o desempenho e a longevidade de diversos sistemas e estruturas na indústria.

Este artigo se dedica a explorar os aspectos técnicos e processos para o desenvolvimento de um estampo de corte para arruelas, mostrando desde os cálculos iniciais de cada peça, orçamento do projeto e cada etapa do seu processo de fabricação, assim como demonstrar como as características do projeto influenciam a precisão e o desempenho no processo de corte.

### 1.1. Problema

A produção em massa de arruelas, embora pareça simples, apresenta diversos desafios técnicos e operacionais. Um dos principais obstáculos é garantir a padronização e o controle de qualidade, já que pequenas variações nas dimensões ou no acabamento podem comprometer a eficiência e a segurança das aplicações mecânicas. Além disso, a escolha adequada da matéria-prima exige um equilíbrio entre desempenho técnico e viabilidade econômica, visto que materiais inadequados podem causar falhas prematuras, enquanto os mais resistentes elevam os custos de produção.

Outro desafio relevante está relacionado à eficiência dos processos de fabricação. Etapas como estampagem, corte e tratamentos térmicos precisam ser otimizadas para manter altos volumes produtivos com baixo índice de desperdício.

Nesse contexto, a automação industrial e tratamentos superficiais, como a galvanização, também exigem controle rigoroso, pois interferem nas tolerâncias da peça e podem comprometer sua funcionalidade.

O estampo de corte para arruelas é uma ferramenta essencial para qualquer empresa que produza arruelas em massa. O seu uso é a solução para diversos problemas como: baixa eficiência, falta de precisão, risco de erros, baixa qualidade, falta de consistência, perda de produtividade, custos adicionais e risco de acidentes.

### **1.2. Hipótese**

A fabricação de arruelas pode ser realizada por meio de usinagem, fundição ou estampagem, sendo cada processo indicado conforme a necessidade de produção, tipo de material e precisão exigida. A usinagem permite alta precisão e flexibilidade, mas possui custo elevado e menor produtividade, sendo mais indicada para pequenos lotes ou peças complexas. A fundição, por sua vez, permite a produção em grandes volumes e com materiais resistentes, porém apresenta limitações quanto ao controle dimensional, acabamento e maior sensibilidade a variáveis do processo.

A estampagem de corte destaca-se como o processo mais adequado para a produção em massa de arruelas, especialmente em geometrias simples. Esse método oferece alta eficiência, baixo custo por peça e bom nível de precisão, sendo amplamente utilizado em setores como o automotivo e o da construção civil. Embora exija investimento inicial em matrizes e manutenção frequente, seus benefícios compensam essas exigências, principalmente em aplicações industriais com grande demanda. Garante um bom acabamento nas peças, com alta repetibilidade e tolerâncias rigorosas, características essenciais para componentes que exigem desempenho preciso em sistemas de fixação. Esse processo também contribui para um aumento significativo na produtividade, devido à automação e ao corte rápido, resultando em menores tempos de fabricação

### **1.3. Justificativa**

Após análise dos diversos modos de produção de arruelas, conclui-se que a estampagem é a alternativa mais vantajosa para a produção de arruelas em larga escala, unindo qualidade, produtividade, viabilidade econômica, além de proporcionar alta precisão, qualidade e eficiência no processo produtivo.

Além disso, a utilização de estampos de corte permite a redução de desperdícios ao otimizar o posicionamento das peças na chapa metálica, o que minimiza a quantidade de retalhos gerados. A aplicação de arranjos eficientes nas chapas pode reduzir em até 15% os desperdícios de material, o que impacta diretamente na redução dos custos de produção. Embora o investimento inicial em estampos de corte seja elevado, ele é amortizado ao longo do tempo devido à maior durabilidade das ferramentas e à diminuição da necessidade de reposição constante, o que reduz o custo por peça em até 20%.

Esses benefícios tornam o uso de estampos de corte uma solução eficaz e vantajosa para a produção em larga escala de peças como arruelas, garantindo não apenas a qualidade do produto final, mas também a redução de custos e o aumento da eficiência no processo produtivo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é analisar o processo de estampagem de corte para a fabricação de arruelas, visando aumentar a produção em larga escala, otimizando a eficiência do processo e reduzindo custos. A pesquisa buscará identificar as vantagens técnicas e econômicas desse processo em comparação com outros métodos de fabricação, com o intuito de promover uma produção mais ágil e econômica de arruelas para aplicações industriais.

### **1.4.2. Objetivo específico**

- Projetar um estampo de corte adequado para a produção de arruelas, levando em consideração as especificações técnicas.
- Desenvolver e fabricar o protótipo do estampo de corte, realizando testes e ajustes necessários para otimizar sua performance e durabilidade.
- Avaliar os custos envolvidos na fabricação e manutenção do estampo de corte.
- Analisar os resultados obtidos com o estampo de corte desenvolvido, comparando-os com os métodos tradicionais de fabricação de arruelas para verificar melhorias em termos de produtividade e custo.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Estampo de corte

O estampo de corte é uma ferramenta utilizada no processo de conformação mecânica a frio, cuja função principal é realizar operações de separação do material, como o corte, o punctionamento ou o recorte de chapas metálicas. Esse processo é amplamente utilizado na indústria devido à sua eficiência, repetibilidade e alta produtividade, sendo essencial na fabricação em larga escala de peças metálicas com geometrias bem definidas.

De forma geral, o estampo é composto por duas partes principais: o punção e a matriz. O punção é responsável por exercer a força de corte sobre a chapa, enquanto a matriz serve como apoio e guia para o material a ser removido. Durante a operação, a chapa é posicionada entre essas duas partes, e, ao aplicar-se uma força vertical, ocorre o cisalhamento do material, gerando a separação desejada.

A escolha do tipo de estampo de corte adequado depende de diversos fatores, como o volume de produção, a complexidade da peça, o tipo de material e os custos envolvidos. Um projeto bem dimensionado de estampo pode impactar diretamente na eficiência da produção, na qualidade do produto final e na durabilidade da ferramenta. Por isso, o conhecimento técnico sobre os tipos de estampo é fundamental para profissionais e estudantes da área de manufatura.

Existem diferentes tipos de estampos de corte, classificados de acordo com a complexidade da operação, a forma como a peça é obtida e a quantidade de operações realizadas simultaneamente. Os principais tipos são:

#### 2.1.1 Estampo Simples

O estampo simples realiza apenas uma operação de corte por vez. Esse tipo é utilizado quando a produção não exige uma grande complexidade ou quando é necessário um controle mais rigoroso de cada etapa do processo. Sua principal vantagem é a facilidade de projeto e manutenção.

#### 2.1.2 Estampo Composto

O estampo composto realiza duas ou mais operações simultâneas em um único movimento da prensa, geralmente na mesma estação. Um exemplo comum é o corte

e o punctionamento ocorrendo ao mesmo tempo. Esse tipo de estampo é ideal para aumentar a produtividade e reduzir o tempo de fabricação por peça.

### **2.1.3 Estampo Progressivo**

Também conhecido como estampo de múltiplas etapas, o estampo progressivo possui várias estações ao longo do seu comprimento, cada uma realizando uma operação diferente à medida que a chapa avança progressivamente. Esse tipo é muito utilizado em produções de grande escala e alta complexidade, pois permite a fabricação de peças completas em uma única passada pela prensa.

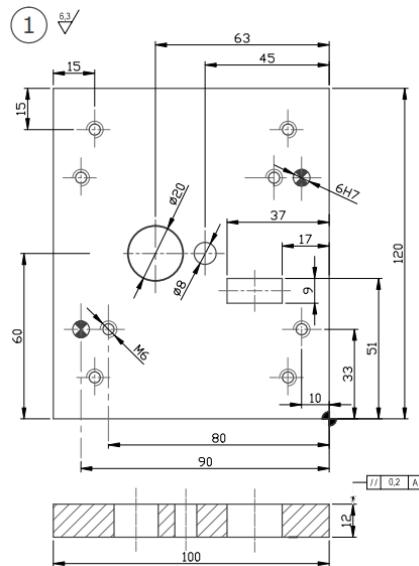
### **2.1.4 Estampo de Repuxo com Corte**

Embora o foco principal seja o repuxo (deformação plástica da chapa para obtenção de formas tridimensionais), este tipo de estampo também pode conter elementos de corte, sendo classificado como um estampo misto. Ele é utilizado para produzir peças que exigem tanto o corte quanto a conformação, como latas e outros recipientes metálicos.

## **2.2 Desenhos**

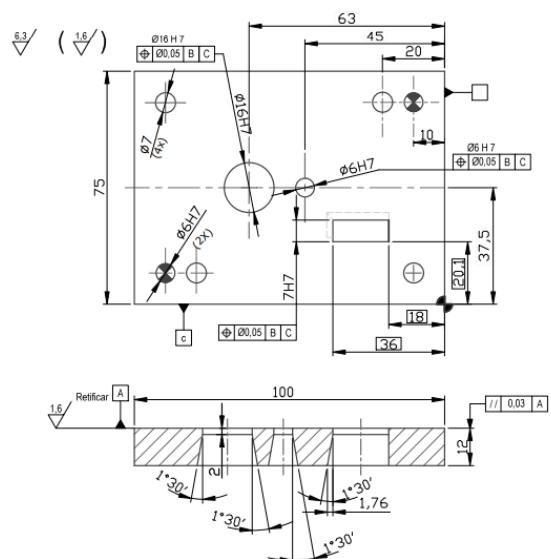
Um estampo de corte é composto de diversas partes, cada uma com a sua funcionalidade. A placa matriz (figura 1) é a parte inferior do estampo, onde o material a ser cortado é colocado. Ela tem um formato de cavidade ou furo que corresponde à forma desejada para o corte. O papel da matriz (figura 2) é fornecer uma base para o material e guiar a lâmina do punção, ajudando a direcionar a força de corte de forma precisa. Já a placa de punção é a parte superior do estampo e tem a função de aplicar a força sobre o material, empurrando-o contra a matriz. A lâmina do punção, ao descer, vai cortar o material no formato da cavidade da matriz.

Figura 1: Placa Base



# 1/2" x 105 x 125mm      Aço ABNT 1010/20

Figura 2: Placa Matriz



# 5/8" x 80 x 105mm      Aço ferramenta

A placa guia (figura 3) tem a função principal de orientar e posicionar corretamente as partes móveis do estampo, como o punção, durante o processo de estampagem. Ela serve para garantir o alinhamento adequado do sistema, evitando desvios ou desgastes que poderiam comprometer a precisão do corte ou conformação. A placa punção, por outro lado, é a parte do estampo que contém o punção propriamente dito (a lâmina que realiza o corte). A placa punção (figura 4) não apenas suporta o punção, mas também pode ter características que ajudam a transferir a força da prensa de forma eficiente, além de garantir que o punção se movimente com precisão.

Figura 3: Placa Guia

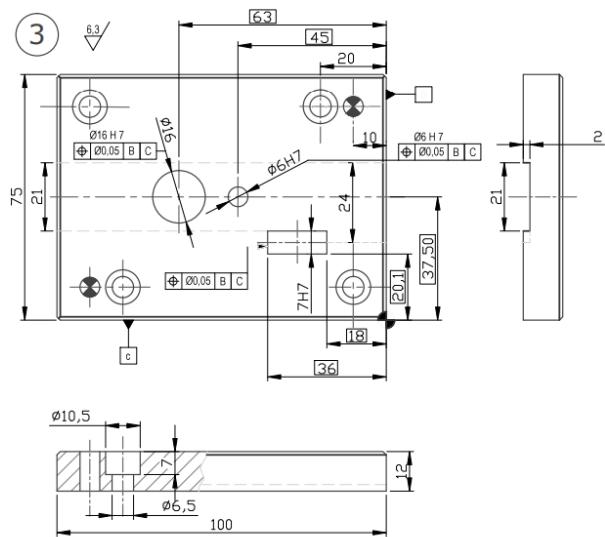
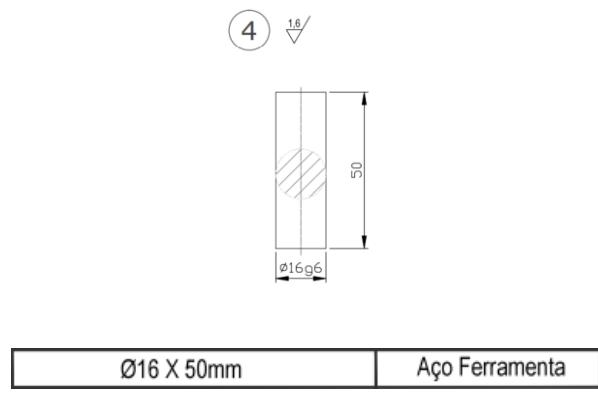
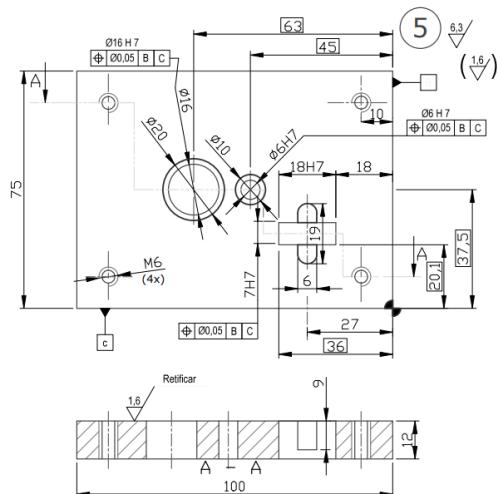


Figura 4: Placa Punção



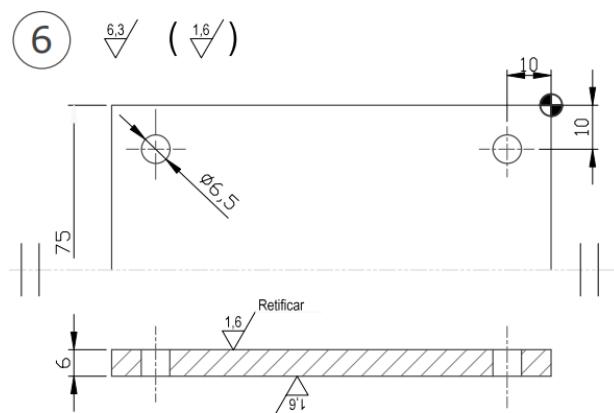
A placa de porta punção (figura 5) é um componente que serve para fixar o punção no estampo. Em termos simples, é como se fosse a base ou suporte do punção, garantindo que ele seja mantido na posição correta durante o processo de estampagem. Já a placa de choque (figura 6) tem a função principal de absorver e dissipar as forças de impacto que ocorrem durante a estampagem. Esse componente é especialmente importante quando o estampo está sujeito a forças de choque ou impacto, como em processos de corte ou conformação de metais mais espessos ou duros.

Figura 5: Placa Porta Punção



1/2" x 80 x 105mm      Aço ABNT 1010/20

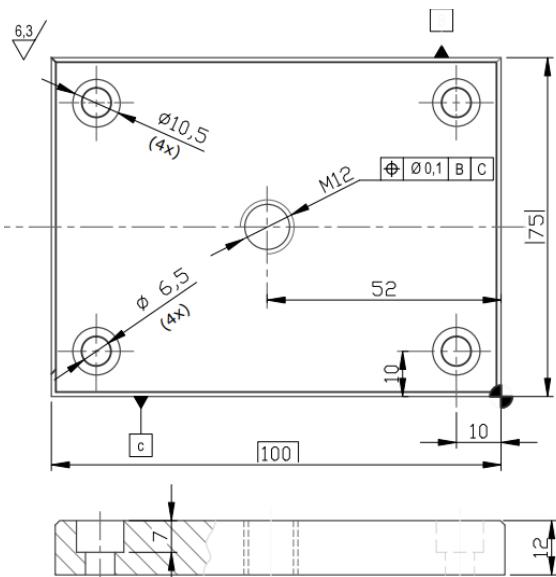
Figura 6: Placa de choque



1/4" x 80 x 105mm      Aço ABNT 1050/60

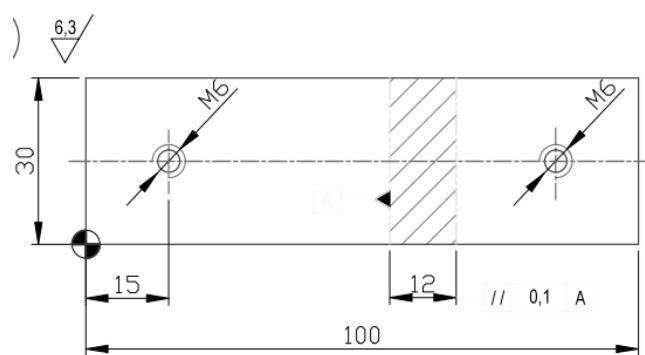
A placa porta espiga (figura 7) tem a função de fixar a espiga, que é uma parte do sistema de estampo que permite a movimentação de outras peças, ou uma parte que recebe a espiga de ajuste. O calço (figura 8) é uma peça que tem como função ajustar a altura ou posicionamento das partes móveis do estampo. Ele pode ser utilizado em diversos pontos do estampo, tanto no sistema de punção quanto no sistema de matriz, para garantir que as partes do estampo fiquem ajustadas corretamente.

Figura 7: Placa Porta Espiga



1/2" x 80 x 105mm	Aço ABNT 1010/20
-------------------	------------------

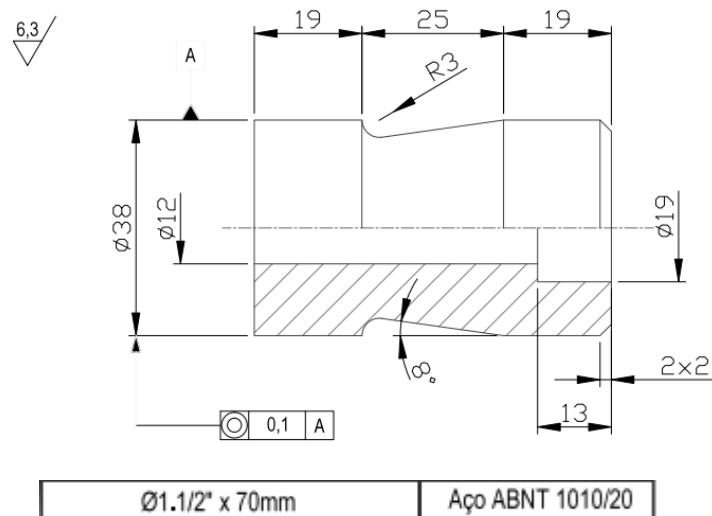
Figura 8: Calço



1/2" x 80 x 105mm	Aço ABNT 1050/60
-------------------	------------------

Espiga (figura 9), é o componente que conecta o estampo à prensa. Sua função é transmitir o movimento da prensa para o estampo, garantindo o alinhamento e o funcionamento correto do conjunto durante o corte.

Figura 9: Espiga



Punção (figura 10) é a peça que realiza o corte ou conformação do material. Ela penetra na chapa e empurra o material contra a matriz, separando ou moldando a peça. A faca de avanço (figura 11) é um elemento cortante usado para separar a tira ou chapa em etapas, controlando o avanço do material dentro do estampo. Garante que o material seja alimentado na posição correta a cada ciclo.

Figura 10: Punção.

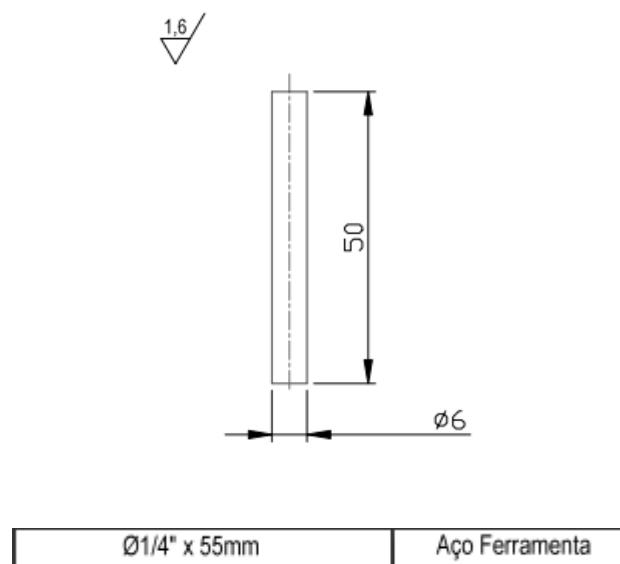
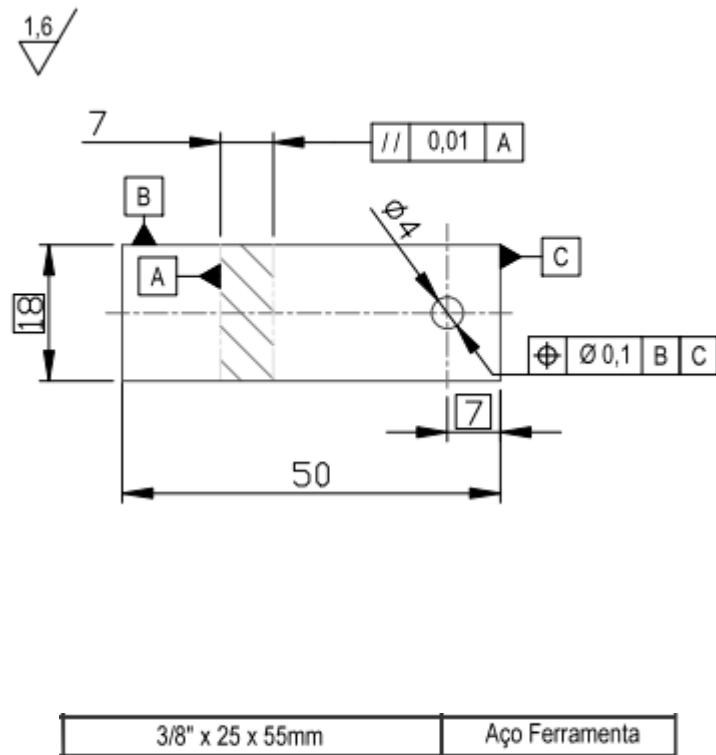


Figura 11: Faca de Avanço.



A junção de todas estas partes forma o estampo de corte. Segue abaixo, a visão frontal (figura 12), visão lateral esquerda (figura 13) e visão superior (figura 14) de um estampo de corte.

Figura 12: Visão frontal do estampo de corte.

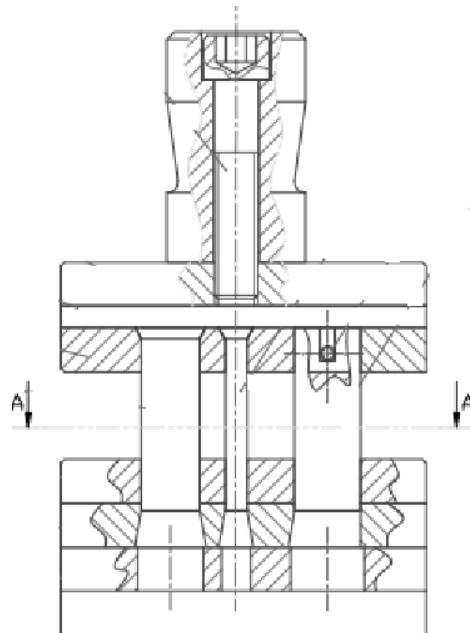


Figura 13: Visão lateral esquerda do estampo de corte.

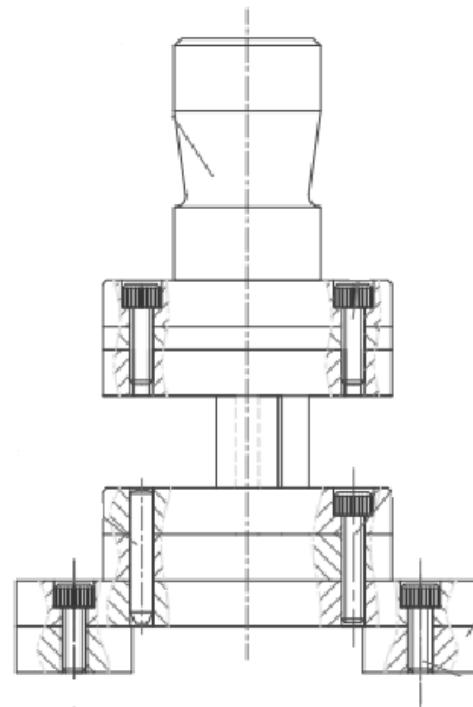
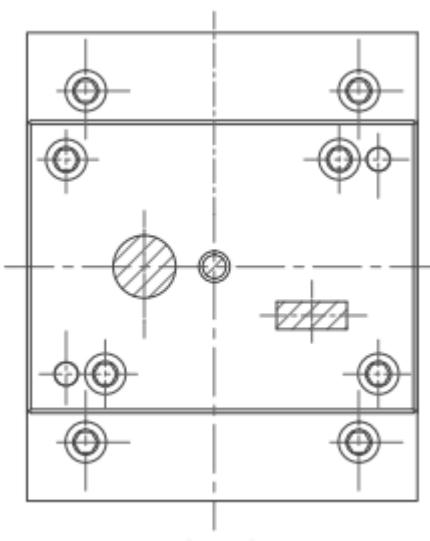


Figura 14: Visão superior do estampo de corte.



### 2.3 Cálculos

Para que o corte seja feito de forma eficiente e com precisão são necessários alguns cálculos. Sendo eles o cálculo de folga, esforço de corte, força de extração, força de ejeção, resistência ao cisalhamento e espessura da placa matriz.

O cálculo de folga é importante para garantir que a ação do corte traga resultados satisfatórios ao produto e conserve a geometria do corte, deve ser adequada em função do tipo de material e da sua espessura. Para este cálculo é utilizado a seguinte fórmula:

$$F = e/20$$

Sendo  $F$  o valor da folga e “ $e$ ” a espessura da matriz, no valor de 15,88.

$$F = 15,875/20 = 0,793\text{mm}$$

O valor da resistência ao cisalhamento se obtém através de valores tabelados, e está diretamente relacionado ao tipo de material a trabalhar. O material utilizado será o Aço laminado com 0,2%C, e possui uma resistência ao cisalhamento de 32 kgf/mm<sup>2</sup>.

O esforço de corte é o resultado da soma de todas as forças exercidas pelo punção, ou seja, é a força necessária para efetuar o corte do material processo de estampagem. É calculado a partir da seguinte fórmula:

$$Ec = P \cdot e \cdot R_c$$

$Ec$  = esforço de corte (Kgf)

$P$  = perímetro da peça a cortar (mm)

$e$  = espessura da chapa (mm)

$R_c$  = resistência ao cisalhamento do material (Kgf/mm<sup>2</sup>)

Sendo assim, substituindo pelos valores da peça a ser trabalhada o cálculo será:

$$Ec = 62,83\text{mm} \cdot 15,875\text{mm} \cdot 32\text{Kgf/mm}^2 = 31.917\text{kgf}$$

A força de extração ( $F_{ex}$ ) é a força necessária para desprender a tira do punção, que varia, sendo 2% para material duro e 7% para material macio. Sendo a punção constituída pelo aço 1010/20 classificado com macio. O cálculo utilizado será:

$$F_{ex} = 0,07 \cdot E_c$$

$$F_{ex} = 0,07 \cdot 31.917 \text{kgf} = 2.234 \text{kgf}$$

Força de ejeção ( $F_{ej}$ ) é o esforço para expulsar o material cortado da cavidade da matriz. É representado pela seguinte fórmula:

$$F_{ej} = 0,013 \cdot E_c$$

Substituindo os valores, a fórmula será:

$$F_{ej} = 0,013 \cdot 31.917 \text{kgf} = 414,92 \text{Kgf}$$

A espessura da placa matriz deve ser suficiente para resistir ao esforço do corte que provém das punções. Essa espessura pode ser obtida através da fórmula a seguir:

$$E = \sqrt[3]{E_c}$$

$E$  = espessura da matriz.

$E_c$  = esforço de corte (Kgf)

Ficando então a seguinte fórmula:

$$E = \sqrt[3]{31.917 \text{kgf}} = 31,7 \text{ kgf}$$

#### **2.4 Custos**

Para elaboração do projeto é necessário a compra dos materiais. Segue abaixo cálculo dos materiais necessários de acordo com a quantidade necessária.

Figura 15: Descrição dos custos de cada material.

Descrição/dimensão	Material	Massa (Kg)	Qtd (un)	Preço
Placa Matriz: #5/8"x105mm	Aço ferramenta	1,05	1	R\$ 11,55
Placa Base #1/2x105x125mm	Aço ABNT 1010/20	1,31	1	R\$ 14,41
Punção Ø16x50mm	Aço ferramenta	0,1	1	R\$ 1,10
Placa Guia 1/2x80x105mm	Aço ABNT 1010/20	0,84	1	R\$ 9,24
Placa Choque 1/4x80x105mm	Aço ABNT 1050/60	0,42	1	R\$ 4,62
Placa Porta Punção 1/2"x80x105mm	Aço ABNT 1010/20	0,84	1	R\$ 9,24
Calço 1/2"x80x105mm	Aço ABNT 1050/60	0,84	1	R\$ 9,24
Placa Porta Espiga 1/2"x80x105mm	Aço ABNT 1010/20	0,84	1	R\$ 9,24
Espiga Ø1.1/2"x70mm	Aço ABNT 1010/21	0,21	1	R\$ 2,31
Punção Ø6mmxØ1/4"x55mm	Aço ferramenta	0,01	1	R\$ 0,11
Faca de Avanço 3/8"x25x55	Aço ferramenta	0,1	1	R\$ 1,10

## 2.5 Processo de Fabricação

Foi feito inicialmente a espiga (figura 9), utilizando como maquinário o torno convencional. Inicialmente, ela veio em formato de tarugo, sendo feito o processo de usinagem para a sua conformação.

Figura 16: Espiga durante o processo de usinagem e espiga em 3D.



Em seguida foram feitos em conjunto o desbaste das placas matriz (figura 2), placa guia (figura 3), placa porta punção (figura 5) e placa porta espiga (figura 7). Utilizando como ferramenta a fresa cabeçote, logo após sendo feito os furos iniciais com uma furadeira. Após isso as placas são submetidas ao processo de eletroerosão, um processo que molda o metal com descargas elétricas controladas. As faíscas entre um eletrodo (ou fio metálico) e a peça removem o material, sem contato direto. Isso

permite criar formas complexas com alta precisão, sem deformar a peça e com ótimo acabamento, dessa maneira que são feitos os furos, de acordo com as dimensões e desenhos do projeto.

Figura 17: placa matriz, placa guia, placa porta punção e placa porta espiga.

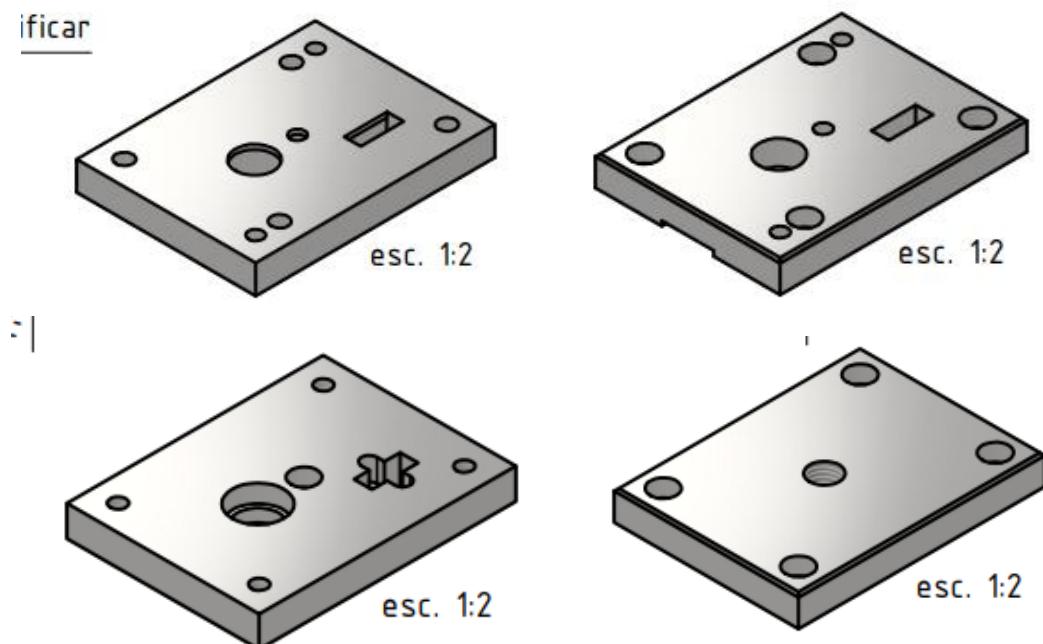


Figura 18: Placas matriz, placa guia, placa porta punção e placa porta espiga no processo de perfuração.

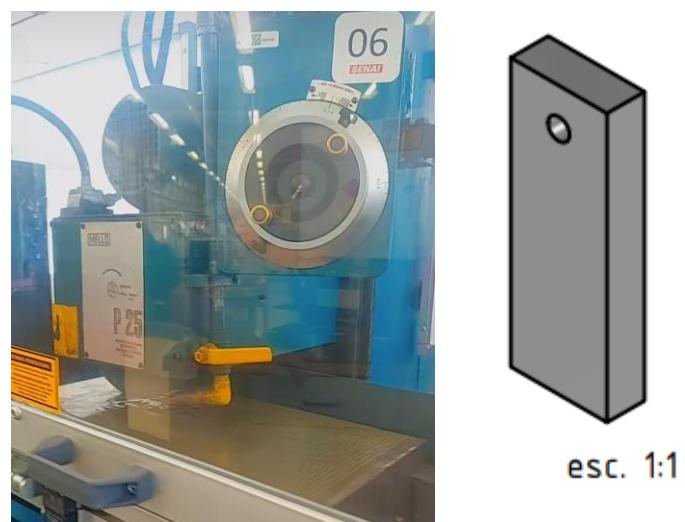


Figura 19: Processo de Eletroerosão.



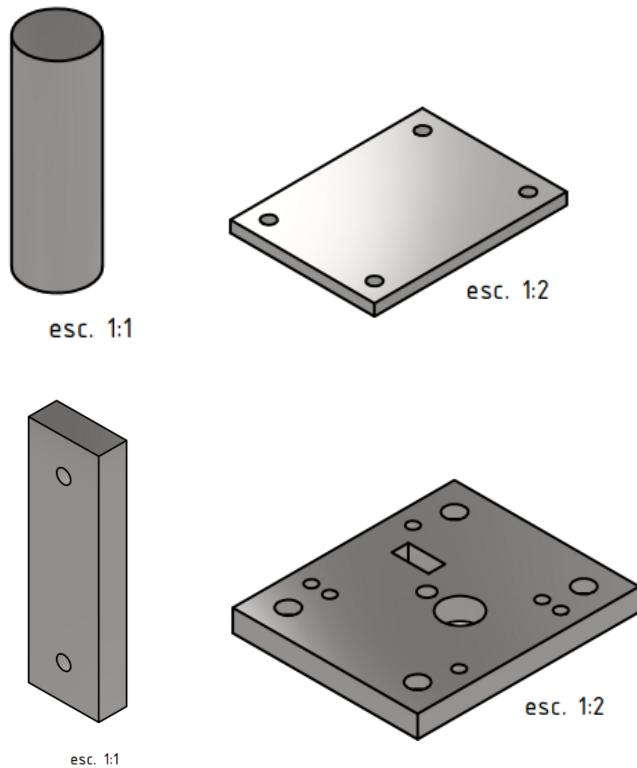
A faca de avanço (figura 11) foi feita em seguida, para sua construção foram utilizados três processos, primeiro é feito o fresamento, logo depois o aço é submetido à têmpera de 870°C a 910°C, e por último é feita a retífica. É um processo necessário para que a peça adquira as dimensões exatas, para um perfeito encaixe com os demais componentes.

Figura 20: processo de retificação da faca de avanço e modelo em 3D.



Os demais componentes, como o punção, placa base, placa de choque e calço passam pelos mesmos processos, de usinagem e retificação, de acordo com as medidas já pré-estabelecidas.

Figura 21: punção, placa base, placa de choque e calço.



Para finalizar, foi feito lixamento da peça e pintura.

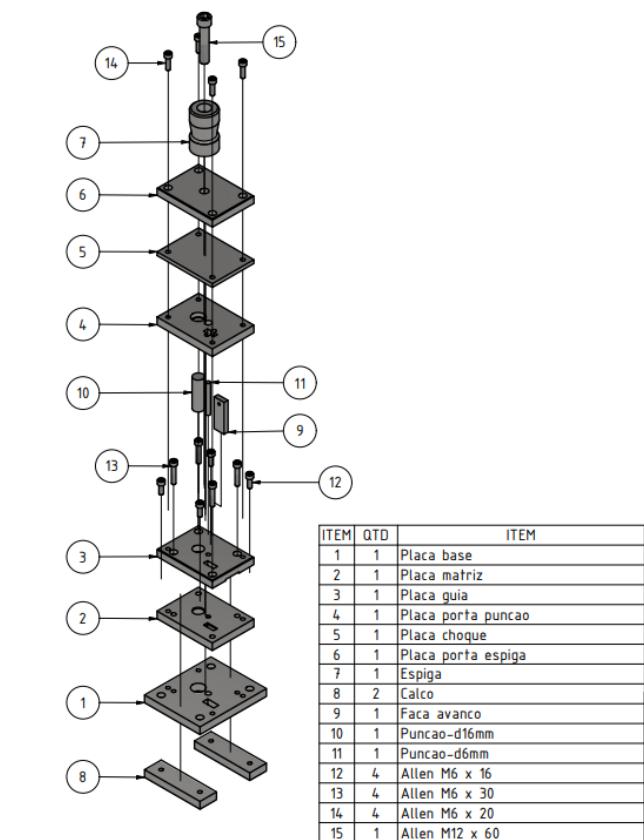
Figura 22: Processo de lixamento.



Figura 23: Pintura das peças.

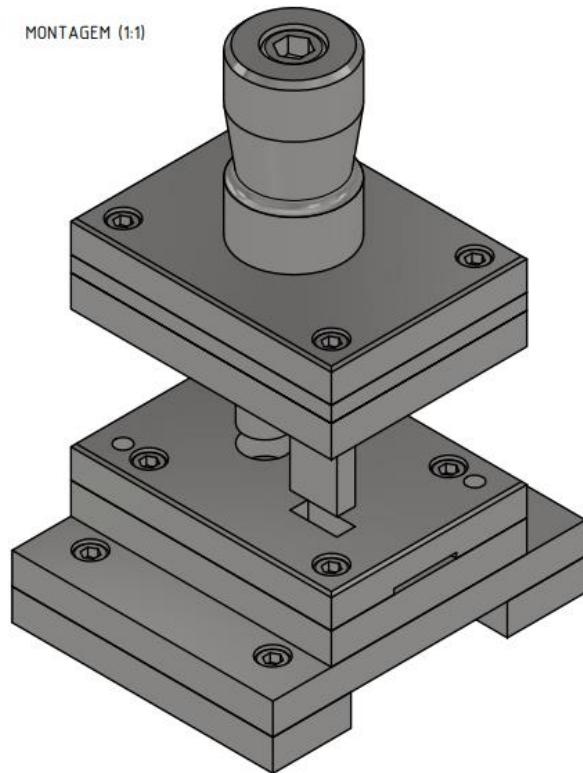


Figura 24: Vista explodida do estampo de corte em 3D.



ITEM	QTD	ITEM
1	1	Placa base
2	1	Placa matriz
3	1	Placa guia
4	1	Placa porta puncao
5	1	Placa choque
6	1	Placa porta espiga
7	1	Espiga
8	2	Calco
9	1	Faca avanco
10	1	Puncao-d16mm
11	1	Puncao-d6mm
12	4	Allen M6 x 16
13	4	Allen M6 x 30
14	4	Allen M6 x 20
15	1	Allen M12 x 60

Figura 25: Estampo de corte em 3D.



## 2.6 Aspectos de Manutenção

A manutenção de um estampo de corte para arruelas deve incluir limpeza regular para remover partículas metálicas e aplicação de óleo protetivo contra corrosão. É importante fazer lubrificação periódica das guias, colunas e partes móveis, evitando contaminação da área de corte. As arestas de corte do punção e da matriz devem ser inspecionadas frequentemente para identificar desgaste, trincas ou rebarbas excessivas, ajustando a folga (gap) conforme necessário. Quando houver perda de corte, realizar afiamento com cuidado para manter o paralelismo e o alinhamento. Além disso, verificar o estado de molas, pinos, buchas e alinhamento do conjunto com a prensa. Um plano de manutenção preventiva, com inspeções e ajustes periódicos, ajuda a evitar falhas e prolonga a vida útil do estampo.

## **2.7 Aspectos de Segurança**

Ao operar um estampo de corte, é essencial manter as mãos afastadas da área de prensagem, usando ferramentas ou alimentadores para posicionar a chapa. A prensa deve contar com proteções como cortinas de luz ou grades, e todo ajuste ou manutenção deve ser feito com a máquina desligada e bloqueada. O operador deve usar EPIs adequados, garantir que o estampo esteja bem fixado e alinhado antes de iniciar, e manter o ambiente limpo e livre de objetos soltos. Treinamento e atenção constante são fundamentais para evitar acidentes.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do estampo de corte para arruelas apresentado neste trabalho mostrou que a estampagem é um dos métodos mais eficientes para a produção em larga escala desse tipo de componente. Ao longo do estudo, foi possível compreender como o processo se destaca pela precisão, rapidez e baixo custo por peça, tornando-se a alternativa mais vantajosa em comparação a outras formas de fabricação.

O projeto permitiu aplicar cálculos importantes, como esforço de corte, folga e resistência ao cisalhamento, garantindo que o estampo fosse dimensionado corretamente para funcionar com segurança e qualidade. Também foi possível acompanhar todas as etapas de construção, desde a usinagem inicial até os processos finais de acabamento, comprovando a importância de cada componente para o desempenho geral da ferramenta.

A análise de custos mostrou que, apesar do investimento inicial, a utilização de estampos de corte reduz desperdícios, aumenta a produtividade e oferece ótimo retorno a longo prazo. Além disso, os aspectos de manutenção e segurança reforçaram a necessidade de cuidados contínuos para prolongar a vida útil do estampo e evitar acidentes no ambiente de trabalho.

Com isso, conclui-se que o projeto atingiu seus objetivos, demonstrando a viabilidade técnica e econômica da fabricação de arruelas por estampagem. O estudo contribui para o entendimento desse processo e destaca a importância de ferramentas bem projetadas para garantir eficiência, precisão e competitividade na indústria.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. A. et al. **Estudo sobre a otimização de arranjos de corte em chapas metálicas para redução de desperdícios.** Journal of Manufacturing Processes, v. 25, n. 4, p. 576-584, 2018.
- LIMA, P. M.; SILVA, R. S. **Eficiência do processo de estampagem: análise de custos e benefícios.** Revista Brasileira de Engenharia de Produção, v. 22, n. 3, p. 143-150, 2017.
- SANTOS, A. L. et al. **A importância da precisão na fabricação de componentes metálicos: impacto no desempenho de sistemas de fixação.** Materials Science and Engineering, v. 15, n. 1, p. 220-228, 2019.
- TAVARES, M. R. **Automação na produção de peças metálicas: o papel dos estampos de corte na indústria.** Revista de Processos Industriais, v. 33, n. 2, p. 245-254, 2020.
- BRASILFUSO. Arruela: o que é e quais são suas principais aplicações?**  
Disponível em: <https://blog.brasilfuso.com.br/arruela-o-que-e-e-quais-sao-suas-principais-aplicacoes/>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- OLIVEIRA, G. M.; SOUSA, L. C. **Gestão da produção industrial: fundamentos e aplicações.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: Informação e documentação.** Elaboração. Rio de Janeiro, 2018.
- ARTIZONO. **Tipos de processos de estampagem explicados.** Disponível em: <[https://artizono.com/pt\\_br/tipos-de-processos-de-estampagem/](https://artizono.com/pt_br/tipos-de-processos-de-estampagem/)> Acesso em: 11 abr. 2025.
- MIKROSTAMP. **Estampo de corte.** Disponível em: <<https://www.mikrostamp.com.br/estampo-corte>> Acesso em: 11 abr. 2025.

METALMAYS. **Ferramentas de estampo e corte.** Disponível em: <<https://www.metalmays.com.br/ferramentas-estampo-corte>> Acesso em: 11 abr. 2025.

SENAI. **Ferramentaria – Estampos de Corte, Dobra e Repuxo.** 1. ed. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2018.

SOUZA, Ricardo F. **Princípios de Segurança em Máquinas e Equipamentos Industriais.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

TOTTEN, George E. **Handbook of Metalforming Processes.** Boca Raton: CRC Press, 2015.