



Diretrizes para projeto de ferramenta de estampagem Parte II

Em continuidade ao artigo da edição anterior, são abordadas neste material diversos fundamentos para o projeto de estampos, objetivando orientar os profissionais sobre os conceitos para a obtenção de uma ferramenta de qualidade.

Nesta e na próxima edição será estabelecida uma seqüência de etapas para o desenvolvimento de uma ferramenta de estampagem, demonstrando a importância do estudo prévio e as dificuldades en-

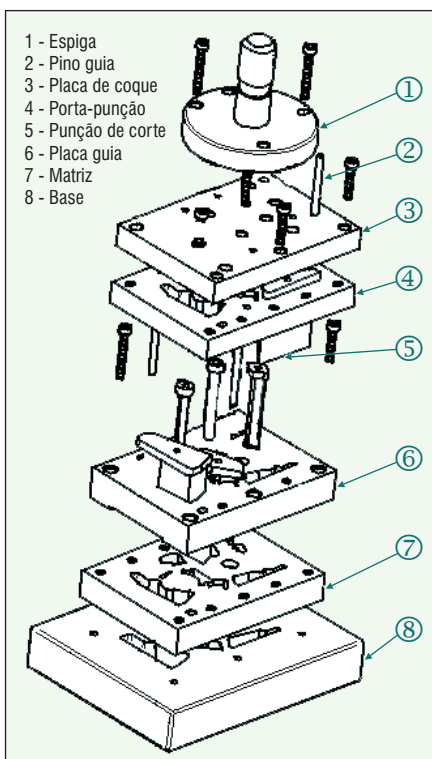


Figura 7 - Configuração da ferramenta de ensaio

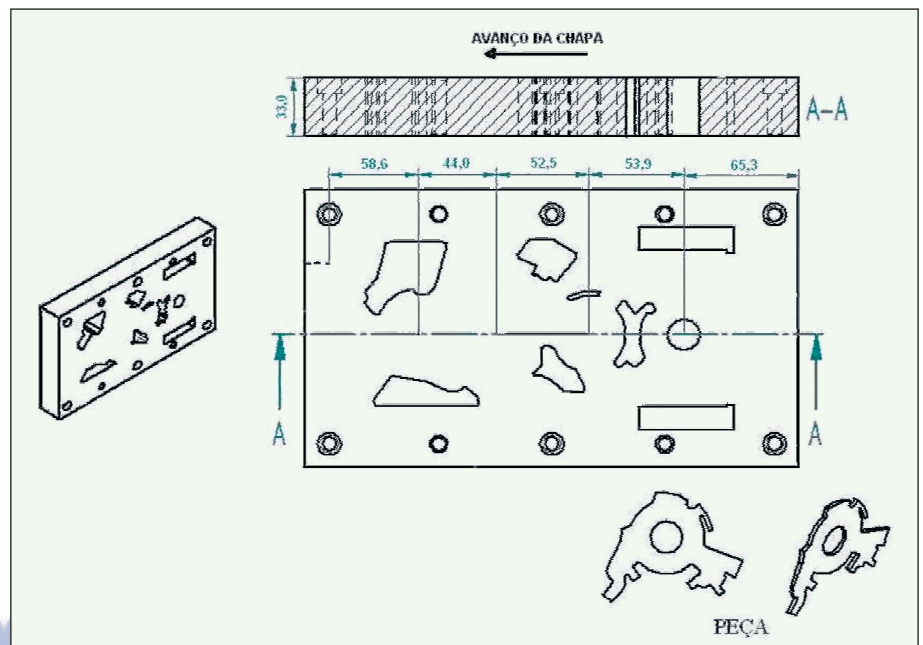


Figura 8 - Estágios e passos da ferramenta de ensaio

contradas para tal procedimento.

A configuração da ferramenta utilizada no ensaio é apresentada na Figura 7 e na Figura 8 constam os estágios e passos da mesma.

DIRETRIZES PARA PROJETO DE FERRAMENTAS

Na elaboração do projeto da ferramenta para a fabricação de uma

determinada peça, é indispensável estabelecer uma seqüência de etapas de trabalho. Em função da importância e dificuldades que existem no estudo de determinados procedimentos, é altamente recomendado que haja acesso e interação com a ferramentaria, interna ou externa, que será responsável pela construção da ferramenta. A

análise do ciclo de trabalho consiste em definir uma série de operações tecnológicas ordinárias que transformam uma forma inicial na final pretendida.

Alguns dos fatores que contribuem para dificultar a solução teórica de determinados problemas são: a forma geométrica irregular de algumas peças; a qualidade do material que é utilizado para produção e; o modo como é construída a matriz.

Os problemas práticos que podem ser encontrados na fabricação dos estampos são diversos, porém, um ferramenteiro engenhoso deve recorrer à experiência para resolvê-los utilizando da melhor forma os recursos de trabalho disponíveis, segundo a tarefa a realizar.

Em uma ferramentaria com procedimento de trabalho estruturado, a execução de qualquer projeto deve passar por algumas etapas antes de sua aprovação. No caso da produção de ferramentas, geralmente o fluxo de trabalho ocorre como representado na Figura 9.

O fluxograma refere-se aos procedimentos desde a elaboração do produto a ser estampado até a finalização da ferramenta. Recebida a especificação do projeto, é realizada uma análise para verificar qual processo será necessário para produzi-lo: corte, dobra, embutimento ou misto. Um estudo de viabilidade técnica e econômica do projeto

também deve ser executado, considerando os fatores: custos de produção; seleção de prensa adequada e; ferramental necessário para produzir o estampo.

A configuração da ferramenta, através de alguns *croqui*¹ é estudada até seus detalhes mínimos e, definido o sistema, se passa para a elaboração dos desenhos e cálculos de projeto definitivo.

A partir deste ponto é gerada uma lista, contendo os materiais selecionados para fabricação e os componentes a serem adquiridos no mercado. A determinação do material a ser utilizado de acordo com a função que a ferramenta irá desempenhar é uma das etapas mais importantes. A escolha mais criteriosa está particularmente no punção e na matriz, pois estes são os elementos em contato direto com a chapa.

A seleção deve ser feita em relação aos seguintes fatores:

- Segundo o tipo de estampo, ou seja, se de corte, dobra ou embutimento;
- Segundo a temperatura a qual deve operar o estampo, a frio ou a quente;
- Segundo o tipo de material sobre o qual a ferramenta irá atuar.

Com esta relação disponível serão verificados quais componentes existem em estoque e quais devem ser adquiridos no mercado. Se necessário, a matéria-prima pode ser cortada em serra mecânica, por cisalhamento ou oxicorte², conforme a conveniência.

Após estas etapas, inicia a produção dos elementos

da ferramenta, envolvendo normalmente operações de usinagem de desbaste (torneamento, furação, fresamento entre outros), restando um sobre metal para as operações finais de acabamento.

Na seqüência é realizado o tratamento térmico, cujo objetivo é aumentar a dureza e resistência mecânica das peças que atuam sobre a chapa, geralmente o punção e a matriz. Concluído o tratamento térmico, os elementos passam ao estágio de acabamento, com as operações mais usuais de retificação e polimento. Com a ferramenta montada, são realizados testes e os ajustes devidos, dando início à produção.

Matriz

Na matriz encontra-se a geometria da peça a ser produzida, sendo portanto, o elemento do estampo que suporta maior esforço e o de maior responsabilidade. Geralmente é montada sobre a base, de modo a mantê-la estática, impedindo qualquer movimento. Suas superfícies são lisas, sem rebarbas e completamente paralelas e devem ser projetadas de forma a:

- Facilitar a execução e manutenção da ferramenta;
- Aumentar a vida útil da mesma e;
- Economizar na utilização de aços de melhor qualidade e, naturalmente mais caros.

a) Matriz de corte

O primeiro passo para sua elaboração

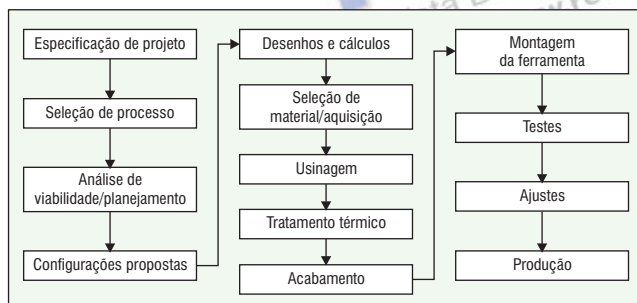


Figura 9 - Fluxo de produção de uma ferramenta de estampar

¹Croqui: do francês croquis, que significa esboço ou rascunho. Costuma caracterizar-se como um desenho rápido, feito com o objetivo de discutir ou expressar graficamente uma idéia.

²Oxicorte: técnica muito usada para o corte de placas, barras ou outros elementos ferrosos. Neste processo um gás é usado (acetileno, hidrogênio, propano ou gás liquefeito de petróleo - GLP), para produzir uma chama que aquece o material causando a oxidação necessária para o processo do corte.

ração é a definição do tipo de ação que ocorrerá sobre a chapa. Em uma matriz de corte, o fio cortante deve possuir exatamente a geometria externa da peça a ser produzida, pois este irá cortar a área de chapa.

Os fatores que determinam as dimensões de uma matriz são a forma, o tamanho e a seqüência de operações necessárias para obter a peça. A disposição da peça no centro da ferramenta deve ser convenientemente estudada, pois se posicionada de forma incorreta pode ocasionar uma significativa perda de área útil de trabalho e desperdício de material. Entretanto, alguns casos não permitem esta variação de posição devido à complexidade de seus perfis. Entretanto, se for possível modificar a geometria da peça sem alterar suas características funcionais, deve-se tentar obter uma configuração favorável para não haver nenhuma superfície inutilizada.

Um parâmetro importante a ser considerado no projeto, principalmente em ferramentas de corte progressivo, é a localização dos pontos onde atuam os esforços no material, com a finalidade de poder estabelecer o centro médio das pressões ou centro de gravidade (CG). Esta determinação tem como objetivo posicionar o estampo coincidindo com o centro do martelo da prensa de modo que a linha média das guias coincida com o CG dos esforços de estampagem. Para encontrar o CG é necessário estudar a disposição dos punções ou fases de corte, decompondo os perfis envolvidos na matriz e determinando seu perímetro planejado e seus baricentros. O resultado é multiplicado pela espessura e da chapa e pela tensão σ_c , a qual deve ser subme-

tida a chapa para haver o corte. Para estas distintas forças de corte, decompostas, é necessário encontrar o centro de gravidade com os métodos conhecidos.

O passo de uma matriz - avanço da chapa em cada golpe de prensa - é um parâmetro de extrema importância a ser calculado, pois determina como será o aproveitamento da chapa cortada. Calcula-se somando a dimensão máxima da peça a cortar, no sentido longitudinal da chapa, com a distância mínima entre duas peças na mesma direção. O máximo aproveitamento do material deve ser obtido, por isso não é indiferente à posição de corte adotada e, desta forma, dos punções que cortam a chapa. A Figura 10 mostra a diferença de economia entre os tipos de posicionamentos de corte.

Recomenda-se empregar como separação mínima entre cortes uma distância igual à espessura da chapa [2]. Mas, essa distância mínima é dada somente em pontos isolados, como no primeiro caso da Figura 10. Entretanto, quando a distância mínima está em uma linha contínua, como no segundo caso da Figura 10, convém aumentar a distância aproximadamente até o dobro da espessura da chapa para evi-

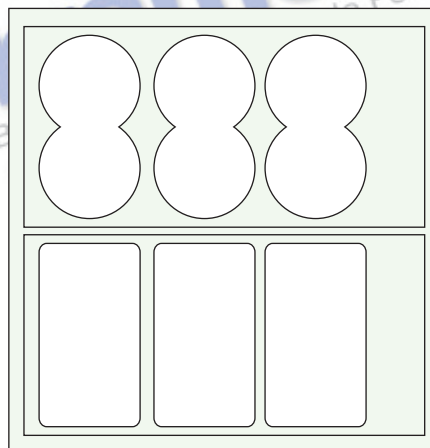


Figura 10 - Aproveitamento de chapas

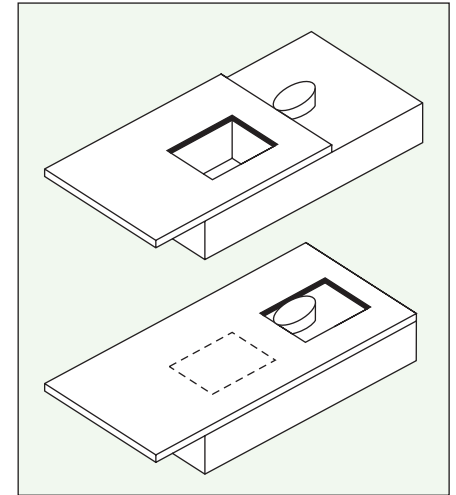


Figura 11 - Avanço por trava

tar que o retalho deforme e obstrua o avanço do material.

O passo da ferramenta é controlado por um sistema batente ou trava que é responsável pela contenção da chapa. Este sistema pode variar conforme a maneira que a chapa entra na ferramenta, sendo o sistema mais simples o avanço por trava, que consiste em um pivô, o qual impede o avanço da chapa aproveitando o recorte deixado pela peça anterior.

Outro sistema empregado é a formação de cutelos³ estreitos ou punções auxiliares, cuja longitude é igual ao passo da matriz. Este cutelo faz um entalhe de comprimento igual ao avanço que a chapa deve ter, de forma que ao empurrar ou puxar a mesma após o corte, avança até que o entalhe efetuado encontre uma obstrução da ferramenta. Para maior precisão, pode-se colocar dois cutelos, um em cada lado, porém haverá maior desperdício de material. As Figuras 11 e 12 ilustram os sistemas citados.

As matrizes de corte que não possuem extratores e realizam a retirada da peça ou cavaco pela su-

³Cutelo: instrumento cortante, semicircular, de material ferroso [8].

perfície inferior da ferramenta devem possuir um ângulo de saída para facilitar a extração dos mesmos. As geometrias de corte devem ser passantes e apresentar uma concinidade. Entretanto, este artifício po-

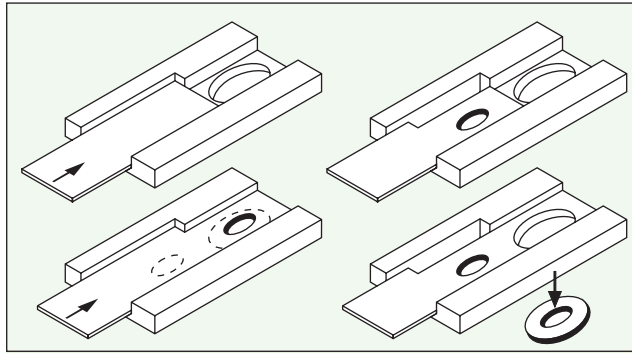


Figura 12 - Avanço por cutelo

de originar complicações se mal dimensionado, pois à medida que a matriz passa a ser afiada, as geometrias têm suas dimensões aumentadas e, conseqüentemente, as medidas das peças e folga entre punção e matriz também o tem. Para compensar este fator do ângulo de saída, usualmente a matriz é projetada a partir das tolerâncias mínimas da peça. O limite superior será atingido após um número determinado de afiações da matriz.

O ângulo de saída pode ser um complicador apenas nas ferramentas de corte, pois nas de furação a manutenção da matriz não altera as dimensões dos furos, sendo que estes dependem dos punções. Com a utilização de extratores, não se faz necessária a formação deste ângulo e, neste caso, o projeto se resume em estabelecer a folga entre punção e matriz.

A força que o punção exerce se distribui ao longo das arestas de corte da matriz e, desta forma, a espessura da matriz é um parâmetro de extrema importância a ser dimensionado. Deve ser suficiente para suportar a sollicitação resultante e a experiência de fábrica recomenda a equação (6) como uma boa aproximação para este parâmetro.

$$E \geq \sqrt[3]{F - 3} \quad (6)$$

sendo E a espessura da matriz, em centímetros (cm) e F a força de corte, em toneladas-força (tonf). Valores tabelados para espessura ideal de matriz em função da força de corte, perímetro e espessura de chapa podem ser encontrados em [4, 5, 6].

b) Projeto do ferramental

O projeto auxilia na criação de matrizes eliminando os erros encontrados em projetos anteriores. A diminuição do tempo de produção através da diminuição do número de estágios de produção está entre os objetivos.

As modificações começam pela redução em uma das dimensões da matriz. O comprimento dos blocos passa a ser menor (de 280 mm para 222 mm) em função da diminuição do número de estágios. Seguindo a equação (1), publicada na edição anterior, calcula-se a força de corte para a peça, partindo do somatório dos perímetros dos punções - 1.003,67 mm - e da espessura da chapa SAE 1010, igual a 2,25 mm e $\sigma_c = 220$ MPa, empregada na produção da peça. O valor calculado para esta grandeza é 496,8 kN e, com auxílio da tabela encontrada na referência da seção anterior, é possível verificar a espessura de 34 mm para a matriz.

O passo entre os estágios é corrigido e distribuído igualmente. Pa-

ra o comprimento determinado na matriz em estudo, a dimensão calculada é 74 mm. Esta modificação estabelece uma melhor distribuição de tensões ao longo da matriz. O sistema que controla o avanço é do tipo cutelo de banda, onde dois punções posicionados na entrada da ferramenta definem o passo.

Os cantos vivos são eliminados / minimizados com a finalidade de reduzir os pontos com maior concentração de tensão. Assim, as geometrias de corte são reconfiguradas com maiores raios de arredondamento. O ângulo de saída é estabelecido em 1° (um grau) devido à máxima tolerância da peça. A modificação mais significativa é, contudo, a redução do número de estágios de produção da peça. Os cinco estágios da outra matriz são transformados em dois, o que proporciona um ganho de 60% no tempo de produção. A configuração do projeto é apresentada na Figura 13.

A matriz é usinada em aço VC-131, produzido pela Villares. Este é um aço de extrema estabilidade dimensional do tipo conhecido como indeformável. Tem excepcional resistência à abrasão e máxima estabilidade de gume, sendo recomendado para tal tipo de aplicação por possuir boas propriedades mecânicas como: dureza elevada devido à alta taxa de carbono e resistência ao desgaste.

O processo de eletroerosão a fio é o mais indicado para este caso devido a sua eficiência na usinagem de geometrias complexas. Um fio de latão ionizado (eletricamente carregado) atravessa a peça submersa em água deionizada⁴, em movimentos constantes, provocan-

⁴Deionização: Processo comumente utilizado para produzir solventes puros, isentos de ions, com grande destaque para a água, purificando-a.

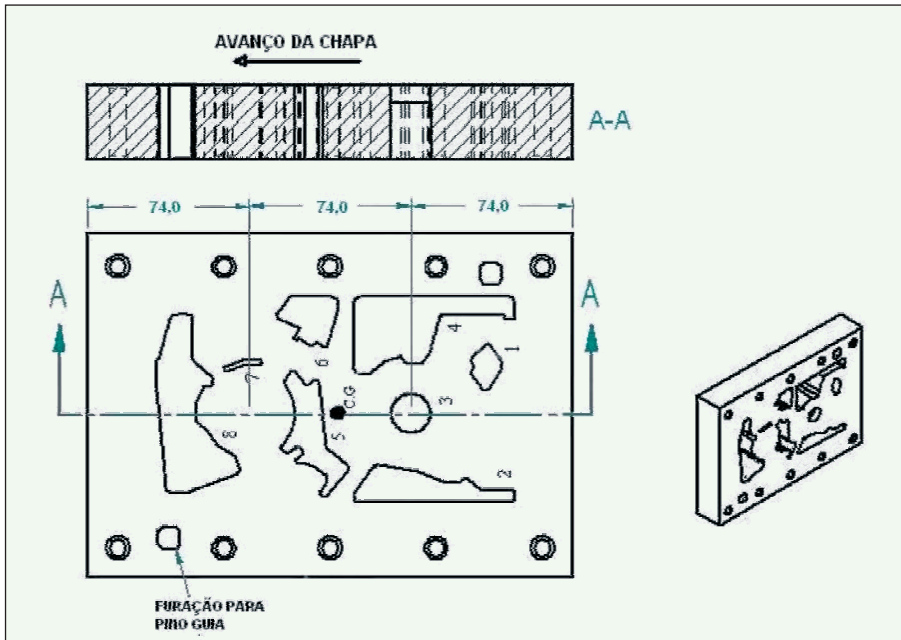


Figura 13 - Configuração para dois estágios

do descargas elétricas entre o fio e a peça, as quais cortam o material. Para permitir a passagem do fio é feito previamente um pequeno orifício no material a ser usinado. O corte a fio é programado com sistemas computacionais, permitindo a obtenção de perfis complexos e precisos.

O tratamento térmico segue a especificação para aços-ferramenta de designação F-531, sendo tempera entre 800°C e 850°C com resfriamento em óleo [2]. A dureza final é especificada na Tabela 1.

c) Matriz de dobra

Para obtenção de um elemento dobrado, de acordo com um perfil determinado, é necessário conhe-

cer a planificação dos recortes ou as dimensões exatas da chapa, da qual a peça será produzida. Desta forma, se faz necessária a determinação da *linha neutra* do elemento dobrado, ou seja, a linha de seção transversal cuja fibra correspondente não foi submetida a nenhum esforço e não sofreu qualquer deformação.

A linha neutra não se encontra sempre na metade da espessura da chapa. Se a chapa dobrada apresenta contracurvas, é admitido que, em cada caso, a linha neutra se localize em direção à curva interna da chapa. O cálculo é resolvido comparando a longitude da chapa planificada com os valores encontrados após a dobra. Baseados nesta metodologia, os resultados tabela-

dos em [3] fornecem, com boa precisão, a posição da fibra neutra. Localizada sua posição, podem ser calculadas as dimensões planificadas de uma peça dobrada.

Com a determinação das dimensões da peça dobrada, é possível projetar o perfil da matriz responsável pela produção da mesma. A matriz de dobramento é elaborada com a geometria semelhante ao produto final, sendo que servirá de molde para sua conformação.

O punção também é projetado com a forma da peça, porém, descontado da espessura da chapa. Neste caso, é comum a peça ficar presa na matriz ou no punção depois de conformada e, necessita-se introduzir um sistema de extração nestes elementos. Os tipos de extratores serão abordados em seção posterior.

Como há dificuldade em prever o resultado exato da ação dos punções e matrizes nas operações de dobra, é correto regular os ângulos e raios de curvatura antes do tratamento térmico. A regulagem é feita estampando peças com a ferramenta ainda não temperada. Usualmente, estes pontos devem ser usinados com sobremetal considerável, pois o tratamento térmico ao qual são submetidos os elementos provoca irregularidades (deformações) em suas superfícies. Estas imperfeições são corrigidas posteriormente com um processo de acabamento, normalmente a retificação, até a peça encontrar-se dentro da tolerância desejada.

No projeto de matrizes de dobra, devem ser evitados os cantos vivos, sendo que não é recomendável executar raios de curvatura internos inferiores à espessura da chapa. Neste caso, as fibras externas da chapa são tracionadas de-

Villares	Similares	DIN WNr	C (%)	Mn (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	W (%)	V (%)	Outros (%)	Dureza de Utilização (HB)
VC-131	D6	1.2436	2,10	0,30	11,50			0,70	0,20		56-62
Resistência ao desgaste			Tenacidade				Usinabilidade				
█			█				█				

Tabela 1 - Características do aço VC-131 [9]

masiadamente e o material acaba rasgando. Raios mínimos seguros para conformação de alguns materiais são encontrados em [4, 5, 6].

Existem situações em que matrizes de aço, por sua rigidez, não se adaptam às variações geométricas da chapa. Baseado nisto, é usual produzir tais matrizes com uma camada de material polimérico com alta resistência à tração, compressão e ao desgaste. Este material pode ser o plastiprene⁵.

O sistema funciona da seguinte forma: a chapa é posicionada sobre o polímero que, por sua vez, está apoiado sobre um molde com a geometria da peça desejada. O punção, que também possui a geometria da peça, atua sobre a chapa de forma a comprimi-la contra o plastiprene, fazendo com que o mesmo deforme segundo o molde. Quando o punção é suspenso, o polímero retorna ao seu estado inicial, devido ao seu poder elástico, extraindo a peça dobrada.

Em operações mais complexas de dobramento, onde a chapa deve tomar a forma exata do punção, é necessário haver um ou mais inserts dentro do molde que se adaptem ao punção, para que o material se conforme através dos mesmos.

d) Matriz de embutimento

As matrizes de embutir podem ser basicamente de duas classes:

- Simples embutidoras - utilizam uma chapa previamente cortada ou;
- Embutidoras e cortadoras - trabalham sobre uma tira de chapa que atravessa um passo por vez, sendo denominadas de sucessivas ou progressivas.

Um dos parâmetros mais importantes na operação de embuti-

mento está relacionado com a determinação das dimensões necessárias da chapa para obter o produto desejado. A profundidade do repuxo em relação às dimensões é de fundamental importância para a determinação do número de operações necessárias para a conformação de uma peça, pois se for um repuxo profundo, a forma final da peça deverá ser obtida em mais de uma operação. Logicamente, a superfície primitiva da chapa é diferente da obtida após o embutimento, sendo que ocorre o estiramento do material.

Desta forma, quando possível, é necessário efetuar os cálculos da dimensão primitiva para aproximar-se da dimensão apropriada. Estes cálculos se baseiam na equivalência de superfícies como mostrado a seguir na Figura 14 e equação (7).

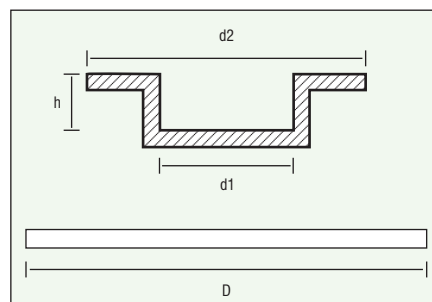


Figura 14 - Cálculo de diâmetro de chapa para embutimento [4, 5, 6]

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} + \pi \cdot d_1 \cdot h$$

$$D = \sqrt{d_2^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h} \quad (7)$$

Portanto, a matriz deverá conter uma cavidade cortante – se for do tipo sucessiva - com o diâmetro D para alcançar o produto final. O macho que conforma a parte cilíndrica deve ter, no mínimo, a altura h

e o diâmetro d₁ exatamente. No caso da Figura 14, a peça não possui raios de arredondamento, mas em situações onde existem raios, estes devem ser considerados no cálculo da chapa. Tabelas com formulação para os diâmetros mais comumente utilizados na indústria podem ser encontradas em [10].

O cálculo com relação à dimensão primitiva correta da chapa é mais facilmente aplicável para peças de seção circular, com forma geométrica regular. Para peças de forma mais complexa, não são todas as situações que possibilitam seguir um cálculo aproximado: é necessário recorrer à experimentação.

O arredondamento na entrada da cavidade da matriz, tratando-se de uma matriz simples embutidora, é devidamente importante. Se o raio neste ponto é demasiadamente pequeno, a chapa pode sofrer um estiramento brusco e romper. Porém, se o raio for amplo, haverá formação de rugas.

Costuma-se aplicar, como regra para determinação do raio, entre seis e dez vezes a espessura da chapa empregada, de acordo com a qualidade do material [7].

A Tabela 2, gerada por experimentação, sugere valores de raio mínimo para repuxo prismático, sendo h a profundidade de repuxo.

A Figura 15 ilustra uma matriz com os raios de arredondamento e

r (mm)	h (mm)
2,5 ≤ r < 5	25
5 ≤ r < 10	38
10 ≤ r < 13	50
13 ≤ r ≤ 20	75

Tabela 2 - Raio mínimo r para matrizes de repuxo prismático

⁵Plastiprene: material do grupo dos elastômeros (borrachas).



Figura 15 - Matriz de embutimento e peça produzida

a respectiva peça produzida pela mesma.

Base da Ferramenta

O estampo propriamente dito, é montado sobre este elemento que facilita a centralização correta da matriz.

Levando em conta que a função da base é a sustentação do estampo, recomenda-se para sua construção o ferro fundido ou aço SAE 1010/1020. Estes metais reúnem condições suficientes de resistência para seu fim, e seu baixo custo contribui para o barateamento da ferramenta. Em alguns casos, onde existem maiores solicitações, pode ser empregado o SAE 1045, tratado termicamente. O emprego do aço de liga, de custo elevado, não somente aumentaria desnecessariamente o valor do estampo, como também seria prejudicial quanto ao esforço de flexão que poderia originar a ruptura da base.

Força de Estampagem "F" (tonf)	Espessura
$20 \leq F < 30$	12,7 mm (1/2")
$30 \leq F < 50$	50,8 mm (2")
$50 \leq F \leq 80$	63,5 - 76,2 mm (2 1/2" - 3")

Tabela 3 - Espessura das bases [4, 5, 6]

A espessura da base é determinada de acordo com a força aplicada no processo e testes experimentais sugerem que este parâmetro siga as recomendações da Tabela 3.

Normalmente, a base é o último elemento do conjunto a ser usinado, pois esta deve ser adequada à matriz. Em situações nas quais a retirada do cavaco será efetuada pela extremidade inferior do estampo, através do corte do punção, a base deverá conter geometrias passantes conforme a matriz, que podem possuir formas mais simples e dimensões maiores para facilitar a construção. Normalmente o processo de usinagem das bases é realizado da seguinte forma:

- Desbaste das superfícies superior e inferior do material com o objetivo de obter paralelismo entre ambas;
- Desbaste ou fresamento de uma

lateral formando um ângulo de 90° com as superfícies usinadas anteriormente. Esta lateral servirá de referência no traçado para a montagem do estampo sobre a base;

- Rebarbamento ou alisamento das outras três laterais;
- Furação, se necessário, para saída do cavaco pela extremidade inferior ou mesmo para a passagem de um extrator e;
- Retificação das faces usinadas, obedecendo a tolerância de paralelismo.

A base é fixada à mesa da prensa por meio de porcas e parafusos. Em casos de bases maiores e mais pesadas, estas são fixadas por meio de abas ou orelhas, que são fundidas ou unidas por solda.

A normalização dos tamanhos das bases facilita sua intercambiabilidade, padronização e produção em série e, conseqüentemente, reduz o custo da ferramenta. A norma para série retangular pode ser encontrada em [4, 5, 6].

Na próxima edição o artigo será concluído com considerações finais e apresentação de uma lista de verificação para projeto de estampos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ROSSI, M.; *Estampado en Frio de La Chapa: Estampas, Matrices, Punzones, Prensa y Máquinas*, São Paulo, Dossat, 1979.
- [2] POLACK, Antônio V.; *Manual Prático de Estampagem*, São Paulo: Hemus, 1974.
- [3] CHIAVERINI, Vicente; *Tecnologia Mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento*, 2 ed., São Paulo: McGraw-Hill, 1986
- [4] PROVENZA, F.; *Estampos*, Vol. I, São Paulo, PRO-TEC, 1982.
- [5] PROVENZA, F.; *Estampos*, Vol. II, São Paulo, PRO-TEC, 1982.
- [6] PROVENZA, F.; *Estampos*, Vol. III, São Paulo, PRO-TEC, 1982.
- [7] STANLEY, F. A.; *Estampado y Matrizado de Metales: Proyecto, Construcción y Empleo de Punzones y Matrices*, Barcelona, José Montesó, 1957.
- [8] FERREIRA, A. B. de H.; *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*, 3ª Edição, Editora Positivo, 2004.
- [9] Catálogo VILLARES, 2004.
- [10] ÁLVAREZ-SOLER; *Estampos*. São Paulo: Mestre Jou, 1972.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- BENDIX, Friedrich; *Principie a Trabalhar o Metal*, Rio de Janeiro: Reverte, 1967.

Fabrcio Dreher Silveira – Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pós-graduando pela UFRGS na área de Conformação Mecânica. Profissional com experiência em projeto e desenvolvimento de ferramental de diferentes processos de fabricação. Atuação como encarregado de estamparia e ferramentaria e Engenheiro de projetos e desenvolvimento de produto na Unidade de Metalurgia do Pó da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

Lírio Schaeffer - Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Doutor na área de Conformação pela Universidade Técnica de Aachen/Alemanha (RWTH). Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM) do Centro de Tecnologia da Escola de Engenharia da UFRGS. Pesquisador na área de Mecânica, Metalurgia e Materiais do CNPq, professor das disciplinas de processos de fabricação por conformação mecânica e vinculado ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Minas e Energia da UFRGS. Autor de vários livros sobre conformação mecânica.