

**AVALIAÇÃO DA RETIDÃO EM BARRAS REDONDAS TREFILADAS EM RETOS,
UTILIZANDO-SE O MÉTODO DE "EXPERIMENTAL DESIGN"(1)**

Glauro Guerra de Oliveira Jr. (2)

Alexandre S. Vasques (3)

SUMARIO-

Uma análise dos fatores que interferem na retidão da barra ao sair do banco de trefilação foi feita utilizando o método do "experimental design". As variáveis examinadas foram semi-ângulo da fieira, o comprimento do paralelo da fieira, a concentricidade da ponta da barra e a posição da barra em relação ao tarugo extrudado. Foram selecionados níveis altos e baixos de valores para cada variável e o roteiro dos ensaios foi estabelecido através de uma matriz de combinações de níveis, de modo que todas as combinações de variáveis foram testadas.

Obtidos os resultados de cada série de experiências, calculam-se os efeitos de cada variável e suas interações sobre a característica observada. A verificação da relevância das variáveis é feita montando-se um gráfico em papel de distribuição normal com os efeitos calculados. No caso da experiência, observou-se que o comprimento do paralelo da fieira exerce influência significativa sobre a retidão da barra.

(1)- Contribuição técnica a ser apresentada no I seminário de trefilação de arames, barras, tubos de metais ferrosos e não-ferrosos, ABM, São Paulo, 18 e 19 de novembro de 1993

(2)- Engenheiro de Desenvolvimento de Processos- Alcan Alumínio do Brasil S/A - Divisão de Extrudados

(3)- Engenheiro Trainee- Alcan Alumínio do Brasil S/A- Divisão de Extrudados

Introdução- Um dos problemas encontrados por quem executa trefilação de barras em retos é justamente obter a melhor retidão possível do material ao sair do banco de trefilação. Barras com exagerada falta de retidão exigem um esforço maior na sua retificação, ocasionando perda de produtividade e afetando a qualidade do produto final; quem utiliza endireitadeira de roletes sabe que são necessárias maiores pressões e maior número de passes para se endireitar materiais com problemas de retidão. As impressões em espiral que aparecem nas barras em consequência desses fatores podem alterar a circularidade da sua seção transversal e prejudicar o seu uso final.

Metodo de ensaio- Quando elaboramos um roteiro de experiências, escolhemos as variáveis de ensaio de acordo com nossa experiência passada ou opinião subjetiva, dos fatores que podem ter influência sobre a característica estudada. Normalmente esta escolha está baseada em fundamentos teóricos ou no conhecimento empírico extraído de casos semelhantes. Isto pode levar a uma subestimação ou superestimação de certas variáveis, que pode nos levar a conclusões erradas.

Para esse trabalho procurou-se utilizar uma metodologia diferente, ao se fazer o estudo do efeito de variáveis de trefilação sobre a retidão da barra ao sair do banco de trefila.

Foram escolhidas variáveis independentes de trabalho (quantitativas ou qualitativas) e para cada uma delas foram selecionados dois níveis, "alto" e "baixo" de intensidade (por exemplo: semiângulo de fieira de 6° e 12°).

Na abordagem experimental convencional os ensaios são feitos de modo a investigar apenas uma das variáveis, fixando o valor das outras. No nosso caso, diferentemente, variam-se simultaneamente todas as variáveis e todas as condições possíveis são investigadas. O roteiro de ensaios é elaborado com base em uma matriz de combinações de níveis de variáveis.

No caso da nossa experiência as variáveis escolhidas e seus níveis são :

Variável	Nível alto	Nível baixo
A: Semi-ângulo	12°	6°
B: Compr. do Paralelo	12,7mm	3,7mm
C: Confecção da ponta	torno	laminador
D: Posição da barra	início	final de extrusão

O número de combinações possíveis ou séries de ensaios é igual a: $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^4 = 16$. A matriz de combinações está mostrada na Tabela I

O material escolhido para a experiência foram barras de seção circular na liga 6262, com diâmetro inicial de 25,40mm, trefiladas para um diâmetro final de 22,22mm (23% de redução em área). Esse material foi produzido por extrusão direta em prensa de 2200st, a partir de tarugos com 178 mm de diâmetro, utilizando-se uma matriz com dois furos, dentro de condições típicas de extrusão.

Foram trefiladas 48 barras de 5800mm (tres barras para cada condição de ensaio), sendo que 24 barras corresponderam à extremidade do início de extrusão e 24 ao final de extrusão; de cada lote, metade das barras teve sua ponta confeccionada em laminador de pontas e a outra metade no torno, com melhor concentricidade).

Um cuidado tomado ao executar a trefilação foi tentar eliminar ao máximo a influência do operador na montagem das fieiras e na correção da retidão durante a operação. Foi escolhido um banco de trefilação com a maior rigidez possível face ao esforço sofrido e foi confeccionado um suporte para as fieiras que não permite ajuste da posição da ferramenta pelo operador (figura 1). A fieira encaixa com mínima folga no suporte, apoiando no seu fundo e é presa por uma placa parafusada sobre ela; os quatro parafusos que prendem esta placa à trefila foram apertados com o mesmo torque (5,2 N.m) de modo a equilibrar os esforços de fixação. Para lubrificação foi utilizada uma mistura de polibuteno de alta viscosidade e álcool laurílico. A velocidade de trefilação foi de 40 m/minuto.

A retidão do material trefilado foi avaliada medindo-se a flexa formada pela barra ,apoiada livremente sobre uma superfície plana, em relação a um segmento de reta de comprimento de 6 metros. O resultado desses ensaios pode ser visto na Tabela I.

A partir dos resultados obtidos, pode-se calcular os efeitos das variáveis (e suas interações) sobre a retidão da barra . Denomina-se efeito de uma variável a alteração que ocorre na característica avaliada com a mudança no nível da variável. Matematicamente, pode ser determinado como a média das medidas tomadas para o nível alto da variável, menos a média das medidas tomadas para o nível baixo da variável.

O cálculo dos efeitos é feito para todas as variáveis e suas interações; por ser um processo repetitivo, tedioso e sujeito a erros, esses efeitos foram calculados através de microcomputador, utilizando-se uma planilha de cálculo.

A Tabela II resume a sequência de cálculos do algoritmo, e mostra os efeitos assim calculados.

Uma vez que os efeitos foram calculados e colocados em ordem crescente, monta-se com eles um gráfico em papel de distribuição normal, em que o espaçamento das ordenadas é tal que pontos que seguem uma distribuição normal determinam uma linha reta nesse gráfico (figura 2).

Se as variáveis de ensaio e suas interações não exercem influências significativas sobre a característica observada, então os efeitos calculados representam apenas a variação natural do processo, com distribuição normal, e os pontos do gráfico permanecem alinhados; por outro lado, efeitos de variáveis que exercem influência sobre a característica medida se destacam da reta.

O gráfico montado com os dados experimentais (Figura 3) nos mostra que a variável "B" (comprimento do paralelo) tem influência negativa sobre a retidão do material trefilado; para melhorarmos a essa retidão é necessário utilizarmos fieiras com paralelo "curto".

O resultado dessa experiência mostra a utilidade de se adotar este método estatístico na avaliação de resultados, pois todas as variáveis têm o mesmo peso na execução da experiência e o método gráfico permite a visualização objetiva das variáveis e interações que tem influência real sobre o comportamento do material. Além disso, uma vez estabelecida uma primeira avaliação, o processo pode ser refinado com a introdução de novas variáveis ou utilizando uma faixa de variação mais estreita ao redor dos valores encontrados.

Abstract

An analysis of features that have influence upon the straightness of drawn round bars, as they leave the the draw bench, is made using statistic experimental design. In contrast with the conventional way of experiment scheduling, where one chooses one variable to test and fix the others, a matrix of variable levels is assembled, assuring that all the variable level combinations are tested.

Test variables considered in the experiment were die angle, die bearing length, position with relation to the extruded billet and concentricity of tagged end. High and low levels are selected for each variable. Round bars, 6262 alloy were drawn according to the conditions determined by the combination matrix.

After the tests are made and results obtained, the effects for each variable and its interactions are calculated. These figures are plotted in a normal distribution paper, where the effects relevant to the observed characteristic remain out of alignment. It was observed that the main feature influencing bar straightness is the die bearing length.

TABELA I- PARAMETROS DE ENSAIO E RESULTADOS

SERIE	A	B	C	D	DESVIO DA RETIDAO(FLEXA)			MÉDIA
	SEMI ANGULO	COMPRIM PARALELO	PONTAS	POSIÇÃO	(cm)			
1	(6o)	(3,7mm)	LAMINADOR	FINAL	14 5	16 0	8 8	131
2	(12o)	(3,7mm)	LAMINADOR	FINAL	8 5	10 0	10 0	95
3	(6o)	(12,7mm)	LAMINADOR	FINAL	9 3	14 5	14 0	126
4	(12o)	(12,7mm)	LAMINADOR	FINAL	8 5	19 0	17 0	148
5	(6o)	(3,7mm)	TORNO	FINAL	18 3	15 0	11 3	149
6	(12o)	(3,7mm)	TORNO	FINAL	9 3	7 8	4 5	72
7	(6o)	(12,7mm)	TORNO	FINAL	24 0	22 0	21 0	223
8	(12o)	(12,7mm)	TORNO	FINAL	15 5	18 0	19 5	177
9	(6o)	(3,7mm)	LAMINADOR	INICIO	7 8	17 5	14 6	133
10	(12o)	(3,7mm)	LAMINADOR	INICIO	5 5	11 0	1 0	58
11	(6o)	(12,7mm)	LAMINADOR	INICIO	21 5	12 0	26 5	200
12	(12o)	(12,7mm)	LAMINADOR	INICIO	20 5	24 0	22 0	222
13	(6o)	(3,7mm)	TORNO	INICIO	17 0	14 0	18 5	165
14	(12o)	(3,7mm)	TORNO	INICIO	13 0	13 0	15 0	137
15	(6o)	(12,7mm)	TORNO	INICIO	25 0	22 0	24 5	238
16	(12o)	(12,7mm)	TORNO	INICIO	22 0	26 0	21 0	230

TABELA II - ALGORITMO DE YATES -(SEQUENCIA DE CALCULOS)

SERIE No	MEDIDAS	soma I	soma II	soma III	soma IV	DIVISAO (EFEITO)	VARIÁVEL
1	13 10	22 60	50 00	112 10	250 40	15 650	MEDIA
2	9 50	27 40	62 10	138 30	-22 60	-2 825	a
3	12 60	22 10	61 30	-13 70	62 40	7 800	b
4	14 80	40 00	77 00	-8 90	20 60	2 575	ab
5	14 90	19 10	-1 40	22 70	27 80	3 475	c
6	7 20	42 20	-12 30	39 70	-9 20	-1 150	ac
7	22 30	30 20	-5 30	8 90	6 60	0 825	bc
8	17 70	46 80	-3 60	11 70	-10 40	-1 300	abc
9	13 30	-3 60	4 80	12 10	26 20	3 275	d
10	5 80	2 20	17 90	15 70	4 80	0 600	ad
11	20 00	-7 70	23 10	-10 90	17 00	2 125	bd
12	22 20	-4 60	16 60	1 70	2 80	0 350	abd
13	16 50	-7 50	5 80	13 10	3 60	0 450	cd
14	13 70	2 20	3 10	-6 50	-12 60	1 575	acd
15	23 80	-2 80	9 70	-2 70	-19 60	-2 450	bcd
16	23 00	-0 80	2 00	-7 70	-5 00	-0 625	abcd

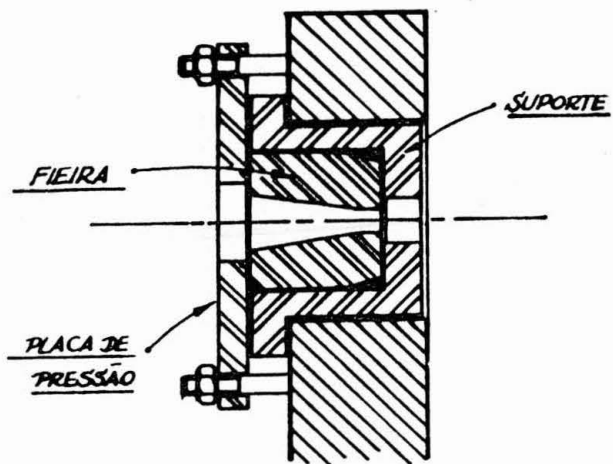


FIGURA 1
MONTAGEM DA FERRAMENTA

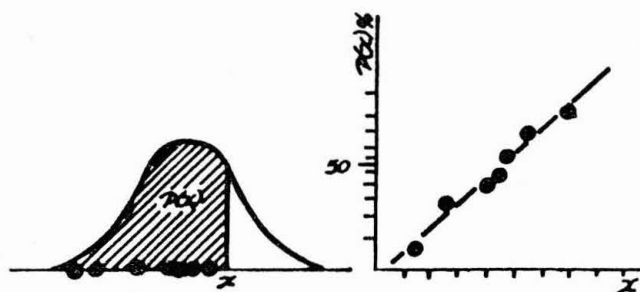
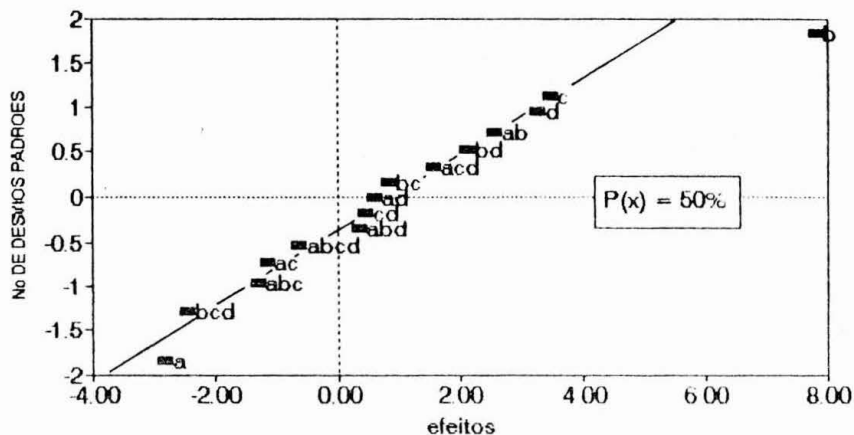


FIGURA 2 - PAPEL DE DISTRIBUIÇÃO
NORMAL

FIGURA 3- EXPERIMENTAL DESIGN
LIGA 6262- TREFILADO- RETIDAO



Bibliografia

- 1- Box, G.E. ; Hunter, W.G.; Hunter, J.S.- Statistics for Experimenters, 1a Ed., J. Wiley & Sons, N.York, 1978
- 2- Montgomery, D.C.- Design and analysis of experiments, 2a Ed., J.Wiley & Sons, N.York, 1984

