

Conceção de Moldes e Ferramentas

ELECTROEROSÃO POR PENETRAÇÃO

Trabalho realizado por:
André Ferreira
Bruno Ferreira
Luís Linhares
Sofia Abreu

Objetivos do trabalho

1. Conhecer o processo de electroerosão por penetração ;
2. Operar a máquina de eletroerosão ;
3. Conhecer as propriedades dos materiais utilizados no trabalho ;
4. Analisar as superfícies resultantes do processo ;
5. Medir e calcular diversos parâmetros (TWR, MRR, rugosidade) ;
6. Analisar os resultados obtidos.

Electroerosão

- Fabrico de peças de elevada dureza;
- Peças de elevada complexidade geométrica;
- Peças frágeis que não suportariam as solicitações impostas pelos métodos convencionais.

Electroerosão

Vantagens:

- Superfícies de alta qualidade;
- Formas complexas.

Desvantagens:

- Desgaste do eletrodo;
- Alto custo de funcionamento.

Materiais Utilizados e Procedimentos

Materiais utilizados:

- Peça de ensaio: Alumínio AISI 7075
- Eléctrodo: Aço DIN St 37-2k



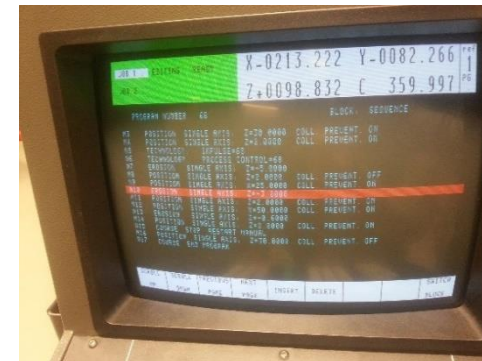
Pesagem

Máquina de electroerosão:

- Agietron Compact 3

Rugosímetro:

- Hommel Tester T500



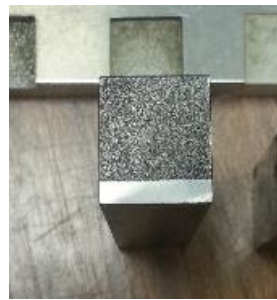
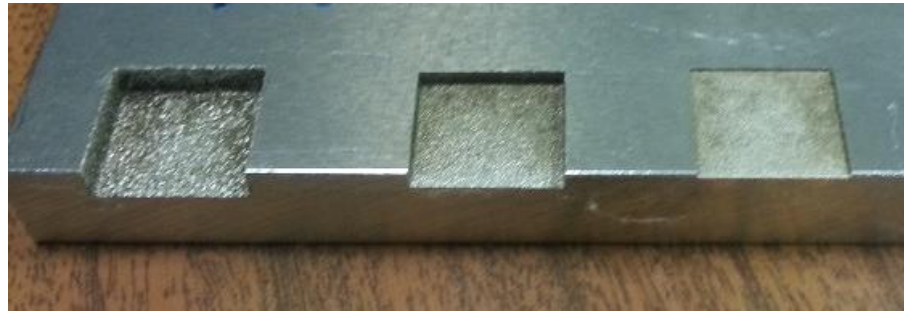
Definição do programa



Definição de parâmetros

Resultados obtidos

Aspecto final da peça e dos elétrodos



Resultados obtidos

Medições efetuadas

	Ensaio	3	2	1
	Tensão (V)	100	100	100
	Duração do impulso (μ s)	180	320	1000
	Intensidade de corrente (A)	8,5	15,8	37,1
	ti (mm:ss)	01:05	01:05	01:01
	ti (min)	1,83	1,83	1,02
	tf (mm:ss)	17:34	24:49	13:30
	tf (min)	17,57	24,82	13,50
	$\Delta t = tf - ti$ (min)	15,73	22,98	12,48
Eléctrodo 1	mi (g)	-	307,75	307,9
	mf (g)	-	307,67	307,75
	Δm (g)	-	0,08	0,15
	mi (g)	307,95	-	-
Eléctrodo 2	mf (g)	307,91	-	-
	Δm (g)	0,04	-	-
	mi (g)	433,86	436,27	440,58
Peça	mf (g)	433,32	433,86	436,27
	Δm (g)	0,54	2,41	4,31
	Largura (mm)	20,1	20,2	20,5
	l (comprimento) (mm)	17	15,65	16,7
	Profundidade (mm)	0,50	2,40	4,30

Medições	Ensaio								
	1º			2º			3º		
	Rmax	Ra	Rz	Rmax	Ra	Rz	Rmax	Ra	Rz
1ª	90,5	13,1	55,4	41,9	6,8	31,7	18	3	14,4
2ª	74,6	13,8	64,6	50,6	8,4	39,8	18	2,5	13,6
3ª	73,6	15,5	61,2	48,5	9	41	20,1	3	14,3
4ª	82,1	11,5	50,8	49,3	9	40,2	21,2	2,3	14,6
5ª	72	12,9	59,4	51,4	9,2	37,5	22,9	3,1	16,2

Valores em μ m

Análise dos resultados

- Densidade do material removido
- MRR
- TWR
- Rugosidade

Análise dos Resultados

Tabela e cálculos

Ensaio	3	2	1
Profundidade calculada (mm)	0,51	2,47	4,08
Erro das profundidades	2%	3%	5%
Volume removido mm ³ =	170,85	758,712	1472,105
Potência (W)	850	1580	3710
Profundidade Pretendida	0,6	3	5
GAP (mm)	0,1	0,6	0,7
Densidade calculada kg/m ³ =	3161	3176	2928
MRR (g/min.)	0,034	0,105	0,345
MRR (mm ³ /min) (por m e $\rho_{\text{médio}}$)	11,11	33,95	111,80
MRR (mm ³ /min) (por V_{removido})	10,86	33,01	117,93
TWR (% vol) (por m e $\rho_{\text{médio}}$)	2,92%	1,31%	1,37%
TWR (% vol) (por V_{removido})	2,99%	1,34%	1,30%

$$V_{\text{removido}} = (l \cdot c \cdot p)$$

$$\dot{W} = V \cdot I$$

$$GAP = \text{Profundidade pretendida} - \text{medida}$$

$$\rho_{Al,AC} = \Delta m / V_{\text{removido}}$$

$$MRR = \Delta m / \Delta t$$

$$MRR = \frac{\Delta m}{\rho_{Al}} / \Delta t$$

$$MRR = V_{\text{removido}} / \Delta t$$

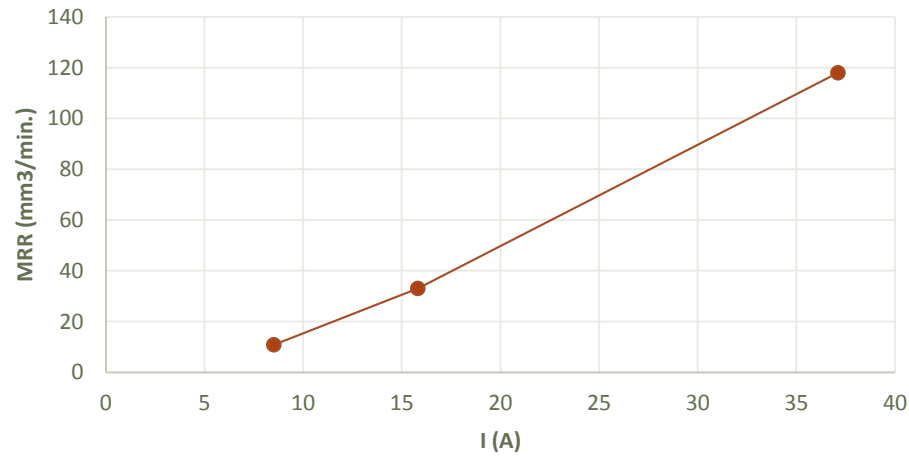
$$TWR = V_{\text{aço}} / V_{\text{removido}} = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{aço}}} / \frac{\Delta m}{\rho_{Al}}$$

$$TWR = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{aço}}} / V_{\text{removido}}$$

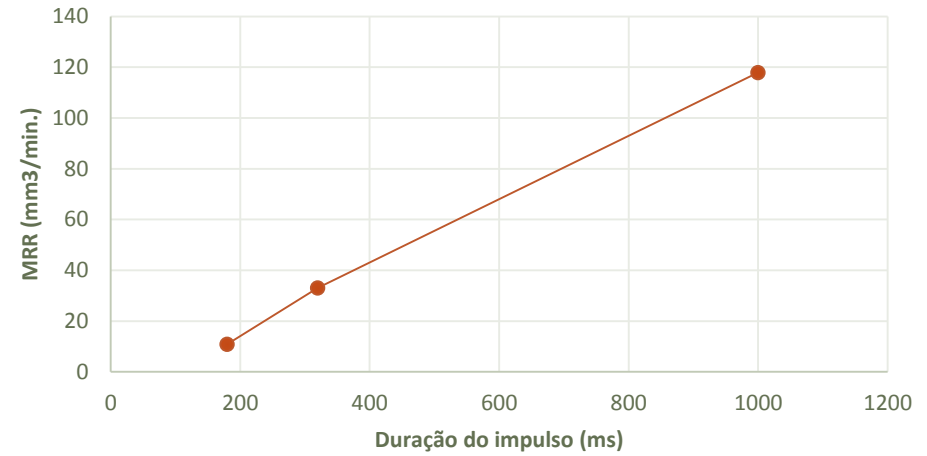
Análise dos Resultados

Análise do MRR

MRR vs I

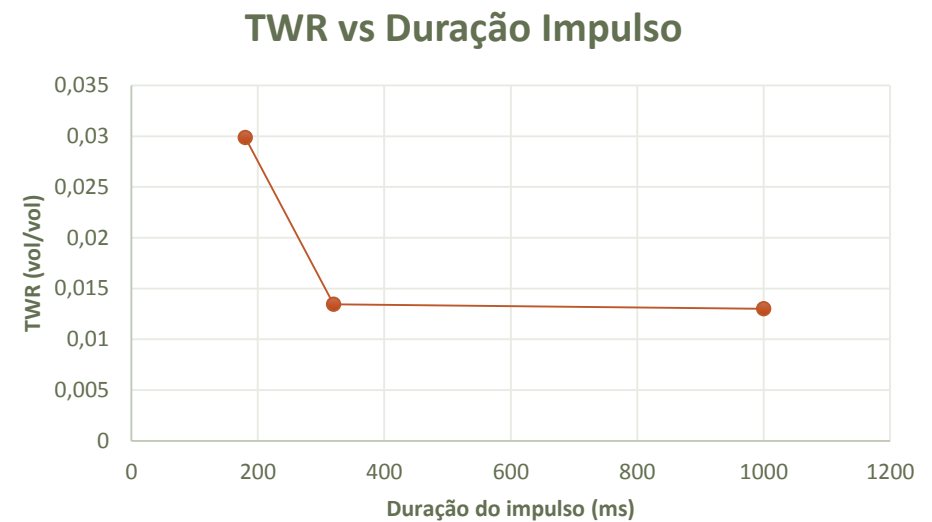
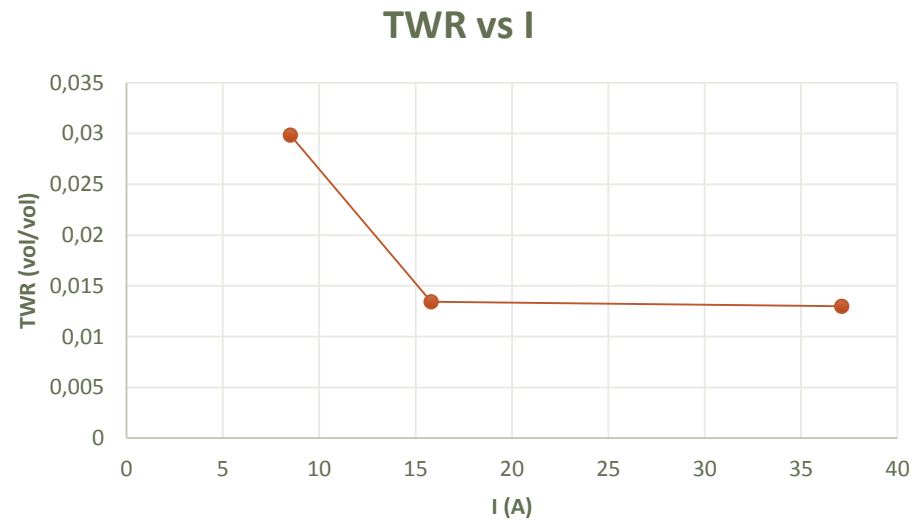


MRR vs Duração Impulso



Análise dos Resultados

Análise do TWR



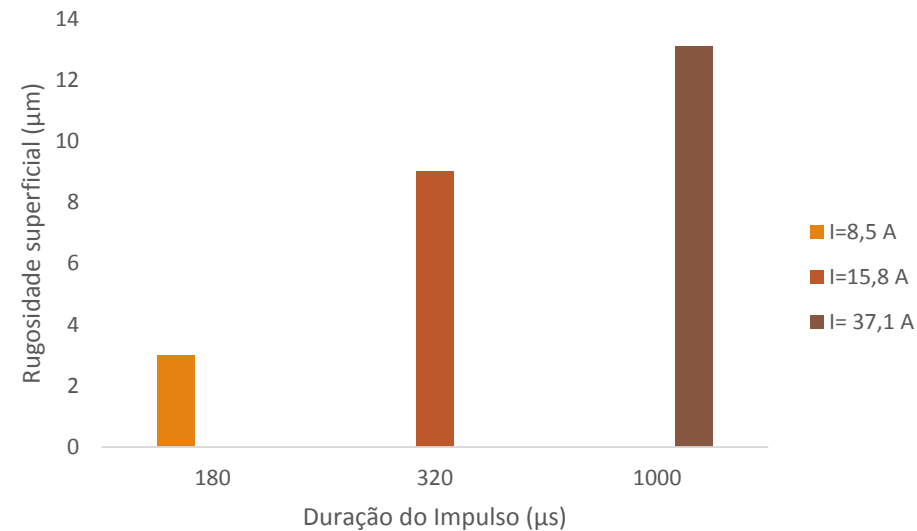
Análise dos Resultados

Análise da rugosidade

	Ensaio								
	1º			2º			3º		
	Rmax	Ra	Rz	Rmax	Ra	Rz	Rmax	Ra	Rz
Média	74,6	13,1	59,4	49,3	9	39,8	20,1	3	14,4
Variância	59,603	2,128	28,492	14,223	0,972	14,253	4,463	0,127	0,922

Desempenho	
Desbaste	Entre 7 e 12 μm
Semi-acabamento	Entre 3 e 7 μm
Acabamento	< 3 μm

*Valores em μm



Conclusões

- Utilização de uma máquina de eletroerosão.
- O MRR foi diminuindo consideravelmente a cada um dos ensaios, ao contrário da TWR.
- A diferença no MRR entre os dois primeiros ensaios é mais acentuada do que a mesma no TWR.
- Os valores obtidos para o TWR e rugosidade permitem constatar que se efectuaram 2 operações de desbaste e uma de semi-acabamento.

Isto já não fez parte da apresentação:

Para ficar mais completo, podíamos ainda:

1) ter feito uma análise utilizando também uma abordagem em termos da energia (para além da análise da intensidade de corrente e impulso como fizemos).

André Duarte B. L. Ferreira