

## Análises Tribológicas em Superfícies de Ferramentas para Conformação a Quente de Chapas de Liga de Magnésio AZ31B

Bruno Caetano dos Santos Silva (Mestrando - GETEC), [bruno.silva@fbter.org.br](mailto:bruno.silva@fbter.org.br);

Rodrigo Santiago Coelho (Orientador - GETEC), [rodrigo.coelho@fieb.org.br](mailto:rodrigo.coelho@fieb.org.br);

Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *Conformação, superfícies de ferramentas, magnésio AZ31B, coeficiente de atrito.*

### Introdução

A necessidade de redução de peso nos produtos é uma situação enfrentada por diversas indústrias que fazem uso massivo de processos de conformação mecânica, como a indústria automotiva, na qual a redução de peso nos veículos está diretamente relacionada a uma maior eficiência energética. Nesse contexto, as ligas de magnésio surgem como uma solução potencial para atender tais requisitos, devido às suas excelentes propriedades mecânicas associadas a uma baixa densidade (Davies, 2003). Por outro lado, os processos de conformação de chapas de ligas de magnésio ainda não estão plenamente consolidados e enfrentam problemas relacionados à utilização de lubrificantes (Wetzel, 2012). A utilização de ferramentas especiais com texturas superficiais pode ser uma alternativa para se atingir menores níveis de atrito no processo de conformação e, conseqüentemente, possibilitar uma redução na quantidade de lubrificantes utilizada. Esse trabalho discute testes tribológicos executados para determinar o coeficiente de atrito entre chapas de magnésio AZ31B e ferramentas de teste projetadas e fabricadas com textura superficial com o objetivo de reduzir o coeficiente de atrito durante o processo de conformação.

### Métodos e Resultados parciais

Para realização das análises tribológicas utilizando um equipamento de *strip drawing*, oito diferentes conceitos de superfícies de ferramentas foram desenvolvidos, além da superfície plana padrão, a qual representa a ferramenta convencional sem textura superficial. Essas superfícies especiais

foram projetadas com o objetivo de reduzir os níveis de atrito entre tiras de magnésio AZ31B e as ferramentas de teste, baseando-se no fluxo de material nos processos de estampagem profunda. Uma das ferramentas de teste apresenta estrutura superficial constituída por elipses. Para as outras sete, uma geometria circular foi produzida na superfície, variando-se os diâmetros dos furos ( $\emptyset$ ) e a distância entre os centros das circunferências ( $d(c,c)$ ). Os parâmetros das ferramentas de teste estão descritos na tabela 1:

**Tabela 1.** Parâmetros das ferramentas de teste.

Ferramenta	Geometria	$\emptyset$ [mm]	$d(c,c)$ [mm]
1	Plana	-	-
2	Elíptica	$a=2; b=5$	7,00
3	Circular	3,00	6,00
4	Circular	1,50	3,00
5	Circular	6,00	10,00
6	Circular	0,75	1,25
7	Circular	3,00	4,50
8	Circular	1,00	1,50
9	Circular	1,00	1,25

Com o objetivo de avaliar o coeficiente de atrito entre as ferramentas de teste e as chapas de magnésio AZ31B, um modelo experimental foi montado utilizando o equipamento *strip drawing* desenvolvido no Fraunhofer IWU (figura 1). Os experimentos foram realizados fazendo-se tiras de chapas de magnésio AZ31B, com 2,0 mm de espessura, deslizarem sobre cada ferramenta de testes previamente instalada no equipamento. Foram ensaiadas três tiras para cada ferramenta. As tiras possuem comprimento de 2070 mm, sendo 618 mm o comprimento da região aquecida no forno. O tempo de aquecimento foi de 10 minutos.

Seminário Anual de Pesquisa – 2017

Faculdade SENAI CIMATEC

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

III Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional.

ISSN online 2447-9640

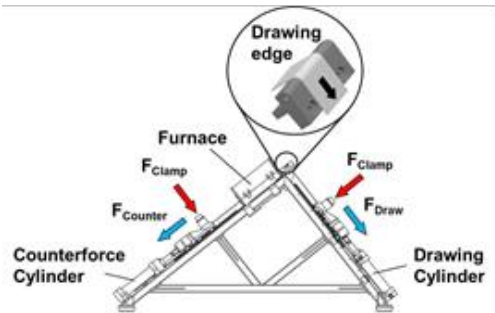


Figura 1. Equipamento de *strip drawing*.

A tabela 2 mostra o coeficiente de atrito médio ( $\mu$ ) medido entre as tiras de magnésio AZ31B e cada uma das ferramentas de testes e o desvio padrão ( $\sigma$ ) desses valores. A figura 2 mostra os valores de  $\mu$  e  $\sigma$  plotados.

Tabela 2. Coeficientes de atrito obtidos.

Ferramenta	$\mu$	$\sigma$
1	0,273	0,023
2	0,310	0,021
3	0,274	0,030
4	0,264	0,010
5	0,326	0,024
6	0,248	0,028
7	0,275	0,021
8	0,265	0,022
9	0,246	0,059

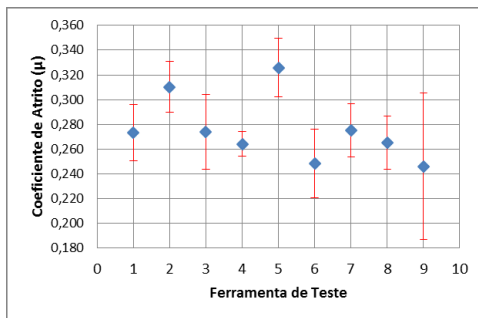


Figura 2. Equipamento de *strip drawing*.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que o coeficiente de atrito médio ( $\mu$ ) apresentou significativas diferenças para as nove ferramentas. A ferramenta com superfície plana (padrão) apresentou  $\mu = 0,273$ . O menor valor de atrito foi obtido com a ferramenta 9 ( $\mu = 0,246$ ), representando uma redução de 9,9% em relação a ferramenta padrão. O maior valor foi encontrado para a ferramenta 5 ( $\mu = 0,326$ ), representando um aumento de 19,4%.

De modo geral, os valores dos coeficientes de atrito apresentaram um elevado desvio padrão, possivelmente devido à adesão de material da chapa na superfície das ferramentas, o que

impactou em um aumento da rugosidade superficial, levando a uma variação no coeficiente de atrito medido para a tira subsequente.

É possível observar também que, para as ferramentas com estrutura superficial circular, tanto o aumento no diâmetro dos furos ( $\emptyset$ ) quanto o aumento na distância entre os centros das circunferências ( $d(c,c)$ ), individualmente, levam a um aumento no valor de  $\mu$ .

## Conclusões

O foco desse trabalho foi avaliar o comportamento tribológico entre ferramentas de teste com textura superficial e tiras de chapas de magnésio AZ31B através de testes experimentais. Baseado nos resultados obtidos, pode-se inferir que a utilização de textura superficial em ferramentas pode influenciar na redução do atrito em processos de conformação de chapas de magnésio AZ31B. Uma redução de aproximadamente 10% no valor do coeficiente de atrito foi alcançada com a utilização desse conceito de ferramenta. Os estudos propostos ainda necessitam avançar com o intuito de avaliar o comportamento de outras texturas superficiais, bem como verificar a reprodutibilidade dos resultados.

## Referências

- DAVIES, G. **Magnesium**. Materials for automotive bodies. Elsevier, G. London, pp 91, 158, 159, 2003
- KAYA, Serhat. **Improving the formability limits of lightweight metal alloy sheet using advanced processes-finite element modeling and experimental validation**. 2008. Tese de Doutorado. The Ohio State University.
- MÜLLER, Roland; MOSEL, André. Characterisation of Tool Coatings for Press Hardening. In: **Advanced Materials Research**. Trans Tech Publications, 2014. p. 259-269.
- WETZEL, Tommy. **Magnesiumblech-Technologieketten für innovative Leichtbauanwendungen im Automobilbau**. Verlag Wiss. Scripten, 2012