cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

ESTUDO SOBRE A DENSIFICAÇÃO DE CAVACOS FERROSOS SEM AUXÍLIO DE FASE LÍQUIDA DE SINTERIZAÇÃO

Sergio Renato da Silva Soares1[1]; Mauro Cardoso Neto1[2]; Leonardo Resende1[3];Luana Goes Soares da Silva2[1]; Marcelo Mendes Vieira1[4]; Leonardo Brandão3[1]; Lucas Ascari Salvalaggio3[1];André Luís Bierhalls3[1] 1.Universidade Federal de Rondonópolis; 2.Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 3. Universidade Federal de Mato Grosso.

Introdução

Não compensa economicamente reaproveitar cavacos de aço via siderurgia ou fundição para fabricar peças pequenas desse material. Nesse contexto, uma das técnicas de fabricação mais empregadas para obter componentes de pequeno porte é a Metalurgia do Pó. Contudo, sinterizados ferrosos com densidade próxima da teórica, produzidos a partir de cavacos (≥ 850 μm) de formato irregular por Metalurgia do Pó, requerem sua prévia cominuição ou a presença de uma fase líquida durante a sinterização em temperaturas em torno de 1250 ºC, acima daquelas usuais em fornos industriais. Nessas circunstâncias, a Técnica de alta Pressão surge como alternativa, pois permite obter sem uso de fase líquida de sinterização, sinterizados de pequeno porte de grande interesse para as indústrias automotiva, eletrônica e aeroespacial.

Objetivos

No presente estudo pretende-se identificar o efeito cumulativo da pressão e temperatura no comportamento dos mecanismos responsáveis pela geração da microestrutura sinterizada. Além disso, obter compactos sem o uso de fase líquida de sinterização, altamente densificados.

Metodologia

Na presente pesquisa será apresentado os resultados iniciais obtidos para amostras ferrosas cilíndricas (∅ = 8 mm e H = mm) produzidas via usinagem, compactação e sinterização. Para produzir o compacto e, subsequentemente, sinterizá-lo, os cavacos ferrosos (≥ 850 mm) foram compactados sob pressão de 3500 MPa. A seguir, ele foi sinterizado num forno elétrico sob uma atmosfera rica em carbono. No processo de sinterização da amostra, a taxa de aquecimento, a temperatura e o tempo de permanência utilizados foram, respetivamente, 100 °C/min, 1100 °C e 60 minutos. As amostras foram caracterizadas tanto via microscopia óptica (MO) e microscopia eletrónica de varredura (MEV) como através de ensaio metalográfico.

Resultados e Discussão

A elevada densificação do ferroso ocorreu sem o uso de fase líquida de sinterização. Por um lado o fato do aparecimento de cavacos menores do que os de partida é um forte indicativo de que a pressão contribuiu de uma forma dinâmica para a atuação simultânea ou não da deformação, soldagem, encruamento e fratura dos cavacos compactados, e isso se traduziu num aumento significativo da densidade de compactação. Por outro, cumulativamente a temperatura forneceu energia térmica para a formação de novos grãos com e sem crescimento, e isso contribuiu para a redução da energia livre total do sistema e consolidação do material.

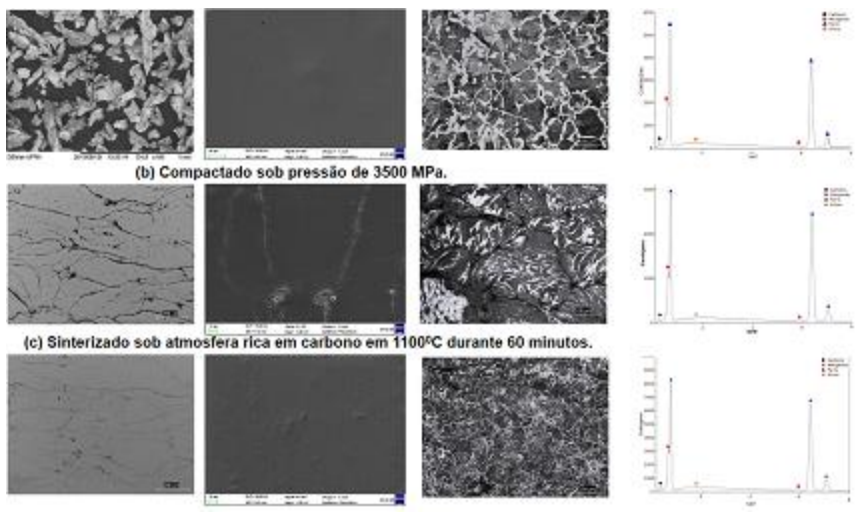


Figura 1. Sinterização de cavacos ferrosos sem auxílio de fase líquida: (a) Material de Partida; (b) Compacto; (C) Sinterizado.

Conclusões

Os resultados iniciais indicam que a elevada densificação, obtida no sinterizado a partir de cavacos ferrosos (≥ 850 μm) sem o uso de fase líquida de sinterização, foi gerada de forma cumulativa e dinâmica, respectivamente, por meio da: (a) cominuição, deformação, encruamento e fratura dos cavacos; (b) formação de novos grãos, com e sem crescimento.

A rota de sinterização apresentada é uma alternativa para a obtenção de peças metálicas de pequeno porte e de interesse industrial, a partir de resíduos, tais como cavacos ferrosos.

Referências e Agradecimentos

Suryanarayana, C. Mechanical alloying and milling. Progress in Materials Science, v.46, p. 1-184, 2001.
Gutmanas, E. Y.; Rabinkin, A.; COLD SINTERING UNDER HIGH PRESSURE. Scripta METALLURGICA, v.13, p. 11-15, 1979.
Gutmanas, E. Y.; MATERIALS WITH FINE MICROSTRUCTURES BY ADVANCED POWDER METALLURGY. Progress in Materials Science, v.34, p. 261-366, 199.

Os autores agradecem ao Curso de Engenharia Mecânica da UFR pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento do presente trabalho.