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

Evolução e Caracterização Microestrutural e Mecânica de Aço CMn Estrutural Processado por Forjamento Multidirecional.

Eric Bartulici[1]; Juliana Maria Silva Teles[2]; Alex Rodrigues Borges[1]., Nayara Aparecida Neres Silva[2], Paula Cibely Alves Flausino[2], Taise Matte Manhabosco[2].

1.Instituto Federal C.T. Minas Gerais - Ouro Branco; 2. Universidade Federal de Ouro Preto.

Introdução

O refinamento microestrutural constitui uma estratégia eficiente para melhorar as propriedades mecânicas dos materiais metálicos [1,2]. Nesse contexto, o forjamento multidirecional (*Multidirectional Forging* – MDF) destaca-se como uma técnica de deformação plástica severa (DPS), capaz de promover intenso refinamento microestrutural por meio de sucessivos carregamentos compressivos em diferentes direções. Em aços carbono-manganês (C-Mn), esse processamento apresenta potencial para modificar a microestrutura ferrítico-perlítica e melhorar a resistência mecânica.

Objetivos

Avaliar os efeitos do processamento por MDF na evolução microestrutural e no comportamento mecânico de um aço C-Mn.

Metodologia

O processamento por MDF foi realizado em matriz confinada, utilizando máquina universal EMIC (32 t), com 1, 2, 3, 6, 9 e 12 ciclos, Δε≈0,30 (ε acumulada ≈ 10,8), velocidade de 0,05 mm/s e força máxima de 170 kN. A caracterização microestrutural foi realizada por MEV, enquanto o comportamento mecânico foi avaliado por dureza Vickers e curvas de tensão-deformação obtidas durante o processamento.

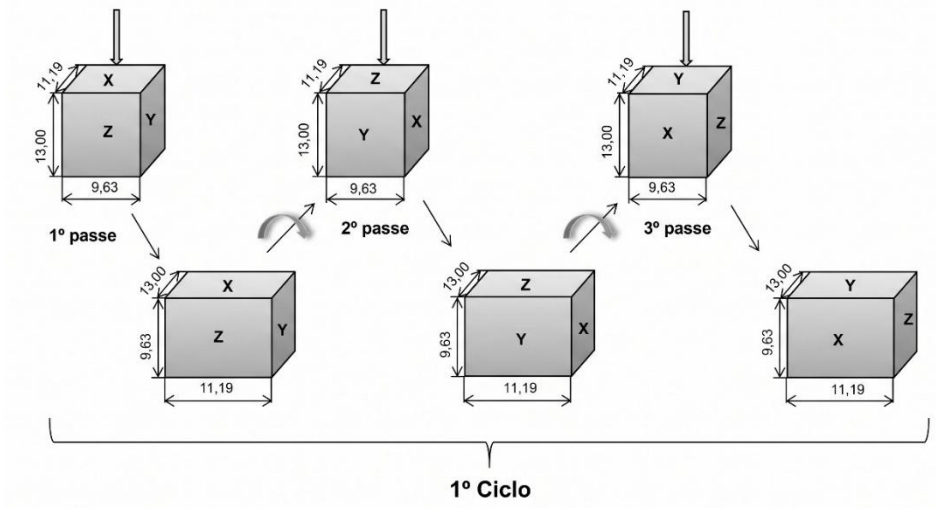


Figura 1. Ciclos de deformação por MDF.

Resultados e Discussão

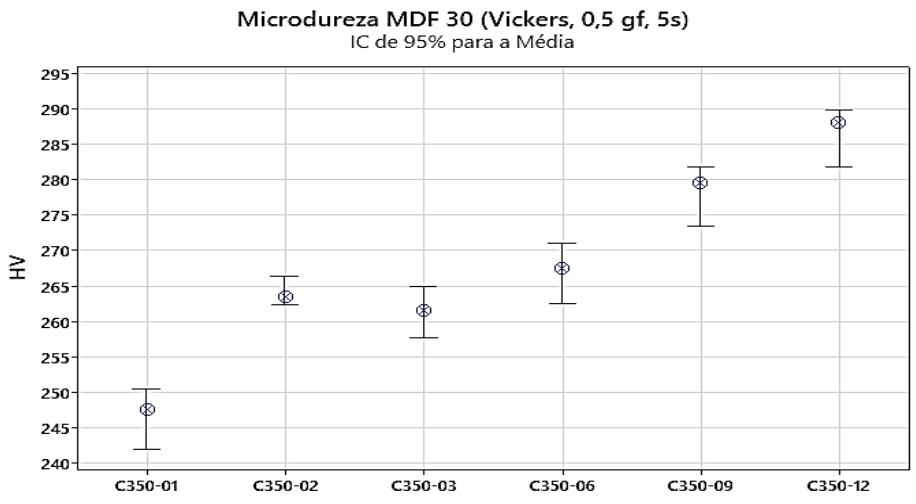


Figura 2. Dureza do aço processados por MDF (dureza global inicial HV184±5.

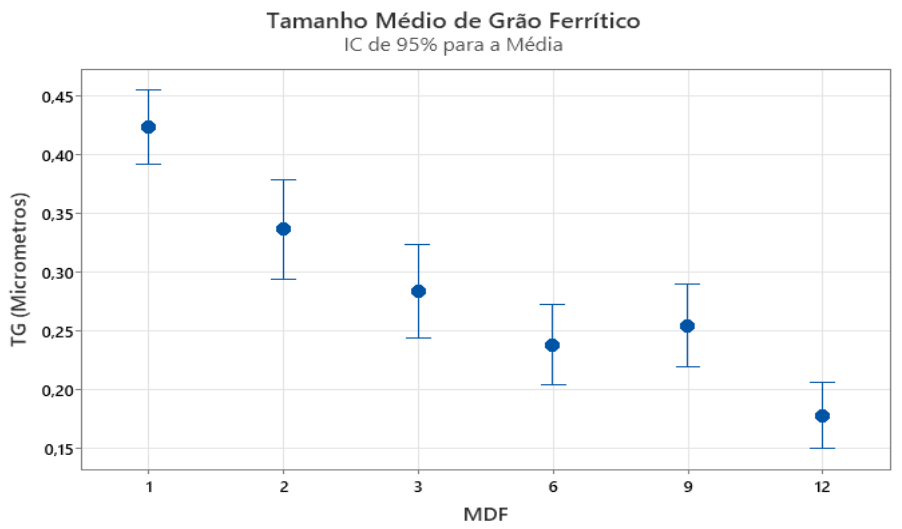


Figura 3. Tamanho médio de grão (Heyn) para o material processado por MDF.

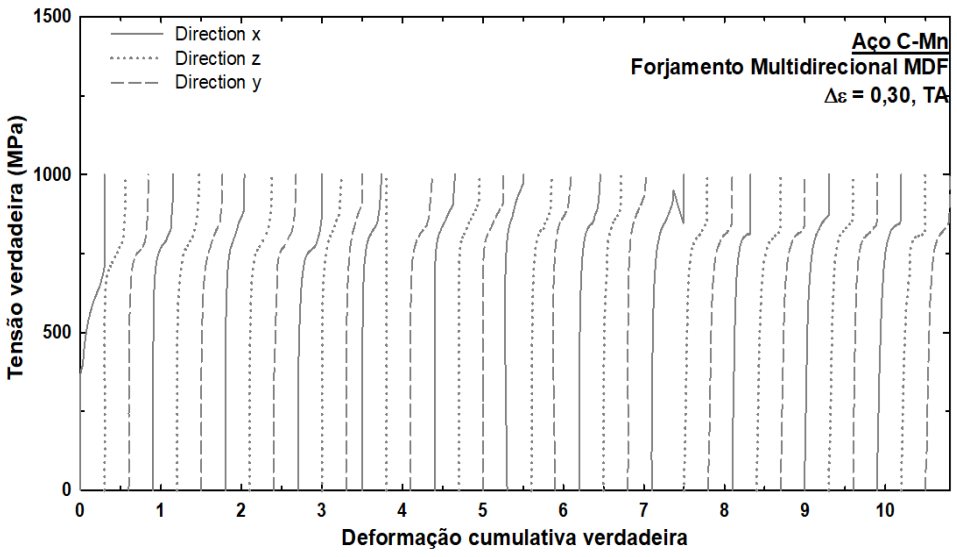


Figura 4. Curvas tensão x deformação verdadeiras para cada passe de MDF.

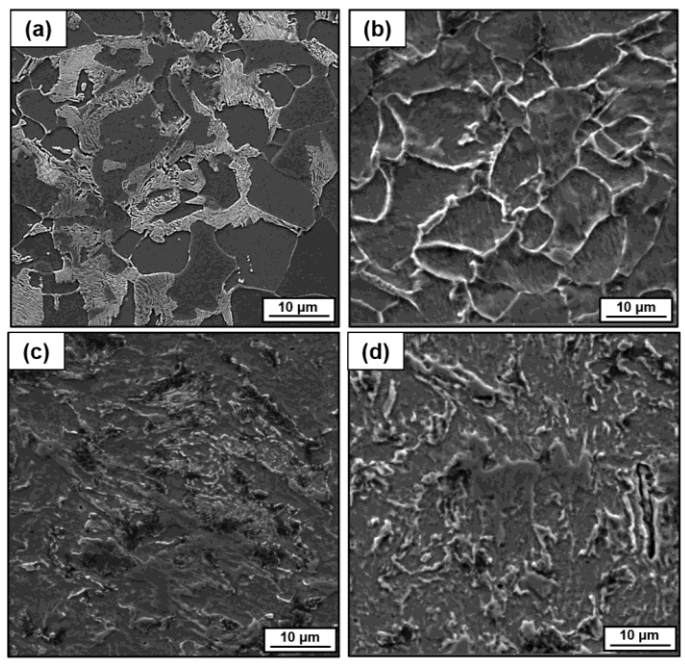


Figura 5. Imagens de MEV para as condições: (a) Estado inicial;(b) MDF-01; (c) MDF-06; (d) MDF-12

Conclusões

O processamento por MDF promoveu intenso refinamento microestrutural, com redução de aproximadamente 58% no tamanho médio de grão ferrítico e aumento de 16% na microdureza, associado ao encruamento. A evolução microestrutural foi influenciada pela resposta distinta dos constituintes ferrítico e perlítico à deformação, evidenciando o refinamento da ferrita e a perda progressiva da definição morfológica dos constituintes com o aumento da deformação acumulada.

Referências e Agradecimentos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS