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

Ligas multicomponentes de alta entropia produzidas por metalurgia do pó

José Eduardo de Oliveira Alves[1]; Adonias Ribeiro Franco Júnior[2]; André Caetano Melado[3] ; Maycoln Depianti Conci[4].

Propemm - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Vitória – ES

Introdução

As ligas multicomponentes de alta entropia (High-Entropy Alloys – HEAs) têm despertado crescente interesse científico devido ao potencial de apresentar propriedades mecânicas e microestruturais diferenciadas. Entre essas ligas, destaca-se a composição CoCrFeMnNi, conhecida como liga de Cantor, amplamente estudada por suas características de resistência mecânica, ductilidade e estabilidade microestrutural.

A metalurgia do pó constitui uma rota alternativa promissora para a produção dessas ligas, envolvendo etapas de moagem, compactação e sinterização que influenciam diretamente a difusão no estado sólido e a evolução microestrutural do material.

Objetivos

Produzir a liga multicomponente equiatômica CoCrFeMnNi pela rota de metalurgia do pó.

Metodologia

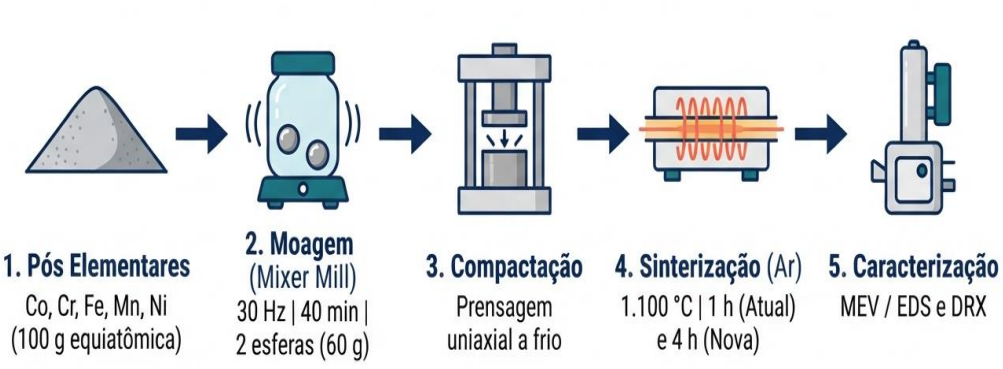


Figura 1. Fluxograma esquemático da rota de processamento via metalurgia do pó.

Resultados e Discussão

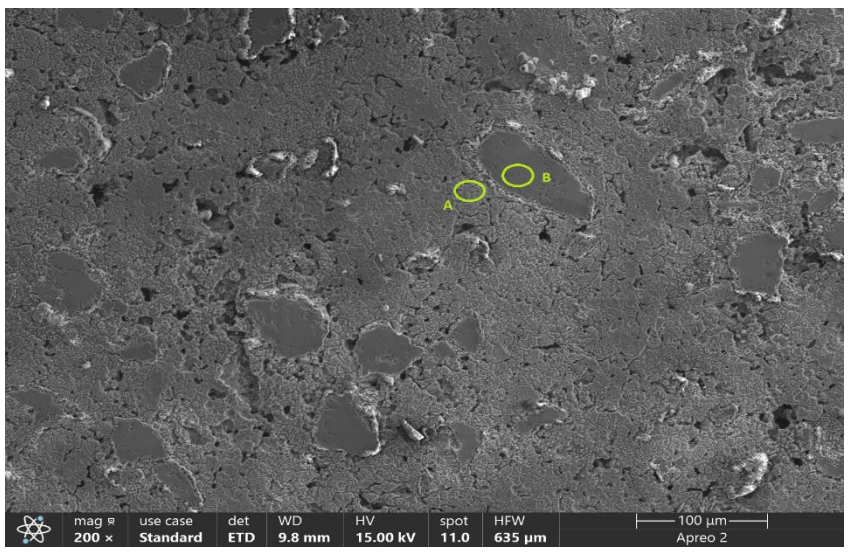


Figura 2. MEV (200x), destacando porosidade residual e os pontos (A e B) na matriz.

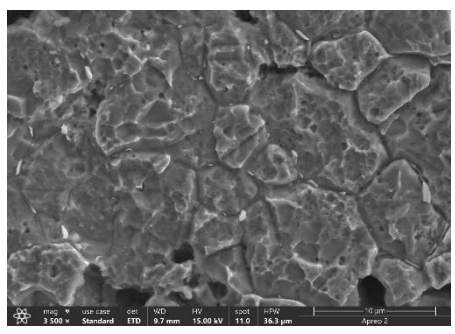


Figura 3: Ponto de análise A

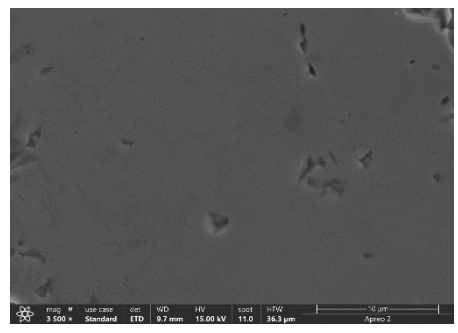


Figura 4: Ponto de análise B

Tabela 1. Composição química por EDS nas regiões analisadas

Elemento	Ponto A: Matriz (% at.)	Ponto A: (% massa)	Ponto B: Fase Cr (% at.)	Ponto B: Fase Cr (% massa)
Níquel (Ni)	20,6	24,5	—	—
Manganês (Mn)	19,4	21,6	—	—
Ferro (Fe)	19,3	21,8	0,9	1,4
Cobalto (Co)	18,6	22,2	—	—
Cromo (Cr)	**6,4**	**6,7**	**60,1**	**83,4**
Oxigênio (O)	6,3	2,0	19,4	8,3
Nitrogênio (N)	—	—	13,0	4,9
Carbono (C)	8,9	2,2	6,4	2,1

•Figura 3 ponto A (Matriz): Apresentou homogeneização satisfatória para Ni (20,6% at.), Mn (19,4% at.), Fe (19,3% at.) e Co (18,6% at.), valores próximos à estequiometria nominal.

•Figura 4 ponto B (Fase rica em Cr): Exibiu alta concentração de Cr (60,1% at.) associada a O e N residuais.

Conclusões

•A sinterização a 1.100 °C/1 h consolidou parcialmente a liga CoCrFeMnNi com homogeneização de Ni, Mn, Fe e Co na matriz (Ponto A), porém com porosidade residual acentuada.

•A presença de poros e de núcleos ricos em Cr (60,1% at. no Ponto B) comprovou difusão incompleta no estado sólido, fundamentando o novo patamar de **4 h** e a posterior análise por DRX.

Referências e Agradecimentos

CANTOR, B. et al. Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys. Materials Science and Engineering: A, v. 375–377, p. 213–218, 2004.

YEH, J.-W. et al. Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principal Elements. Advanced Engineering Materials, v. 6, n. 5, p. 299–303, 2004.

TORRALBA, J. M. et al. High entropy alloys fabricated via powder metallurgy. Powder Metallurgy, v. 62, n. 2, p. 84–114, 2019.

Agradecimentos: Ao IFES Aracruz, UFES Goiabeiras, LUCCAR (UFES Maruípe) e à CAPES.

CAPES

INSTITUTO FEDERAL
Espírito Santo
Campus Vitória