OBTEÇÃO DE AÇOS INOXIDÁVEIS A BASE Fe-Cr-Ni POR MEIO DE EXTRUSÃO EM CANAL ANGULAR A PARTIR DE PÓS ELEMENTARES

Lorena Moraes Feitosa (PIBIC/Fundação Araucária), Osvaldo Mitsuyuki Cintho (Orientador), e-mail: omcintho@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais

Engenharia de Materiais e Metalúrgica – Propriedades Mecânicas dos Metais e Ligas

Palavras-chave: extrusão em canal angular, sinterização, deformação plástica severa.

Resumo

No presente trabalho, realizou-se a extrusão em canal angular (ECA) para analisar a viabilidade da obtenção de uma liga de aço inoxidável AISI 310, com o objetivo de se obter materiais com grãos ultrafinos e de baixa porosidade. Inicialmente, os pós metálicos foram obtidos na forma pura, misturados ao ferro com uma proporção de 25% de cromo, 20% de níquel e 2% de manganês em massa. Duas amostras foram extrudadas em canal com ângulo de 120º, sendo uma delas processada com somente 1 passe de extrusão, enquanto a segunda amostra foi processada com 2 passes de extrusão, sem a rotação da amostra entre os 2 passes realizados. Realizou-se sinterização em ambas as amostras em uma temperatura de 1200ºC por um período de 1 hora, prosseguido de resfriamento à água em temperatura ambiente. As amostras finais foram preparadas metalograficamente e posteriormente submetidas à análise por microscopia eletrônica de varredura e ao ensaio de dureza Vickers, com o objetivo de estudar a influência da quantidade de passes em canal angular na microestrutura final das ligas obtidas correlacionando com a difusão dos átomos obtida no processo de sinterização.

Introdução

A metalurgia do pó é uma forma de processamento muito utilizada para a produção de aços, como por exemplo aços inoxidáveis austeníticos, aços duplex e super-duplex, porém este método de processamento pode produzir ligas com certo grau de porosidade, devido à presença de ar que é preso entre as partículas metálicas durante o processo de prensagem e não é eliminado durante o processo de sinterização. Uma possível solução para este problema é a consolidação inicial dos pós por deformação plástica severa com a utilização da extrusão por canal angular (ECA), onde há a compactação dos pós elementares em um ângulo pré-definido, promovendo assim a formação de grãos ultrafinos onde a porosidade é significativamente reduzida.

Materiais e Métodos

Materiais

Selecionou-se o aço AISI 310 com composição de aproximadamente 25% Cr, 20% Ni, 2% Mn.

Métodos

Duas amostras foram extrudadas em canal com ângulo de 120º, sendo uma delas processada com somente 1 passe de extrusão, enquanto a segunda amostra foi processada com 2 passes de extrusão, sem a rotação da amostra entre os 2 passes realizados. Para compressão, utilizou-se a máquina AG-I 3000 kN. As amostras foram submetidas ao processo de sinterização. Esta foi realizada em temperatura de 1200ºC durante 1 hora em forno tubular. O resfriamento foi em água, a qual estava em temperatura ambiente. Realizou-se o lixamento, polimento com suspensão de diamante 3 e 1 µm, análise por microscopia eletrônica de varredura e o ensaio de dureza Vickers.

Resultados e Discussão

Na figura 1, estão apresentadas as imagens das microestruturas, as quais foram obtidas por meio do MEV, para as duas amostras antes e após a sinterização.

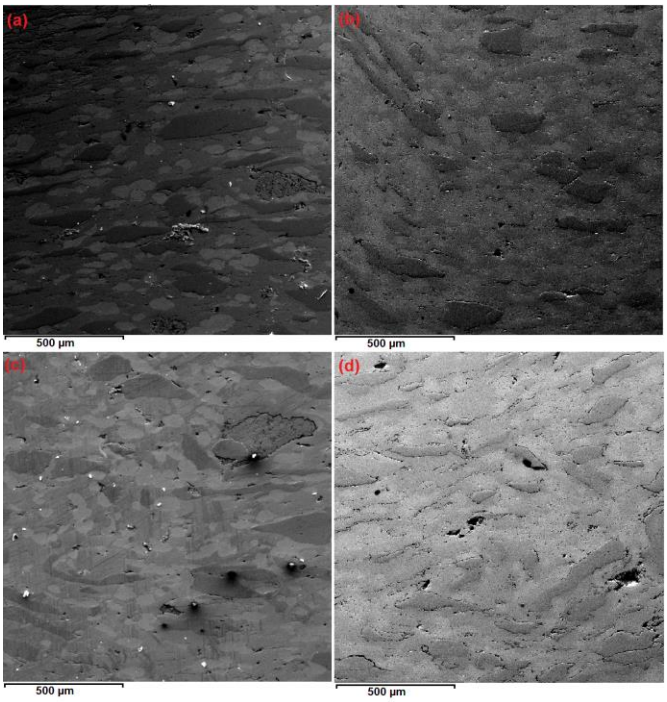


Figura 1 - Microestruturas das amostras: 1 (a) antes e (b) após sinterização, e 2 (c) antes e (d) após sinterização

Na figura 1, pode-se observar a diferença entre as amostras antes e após a sinterização, pois esta promoveu maior homogeneização dos elementos se comparados com as amostras ilustradas na figura 1 (a, c). A amostra 2 apresentou grãos com geometria mais alongada e, após sinterização, notou-se um refinamento desses grãos, promovendo assim, maior difusão dos elementos. Como esta foi a amostra mais deformada, precisa-se de mais energia para sua recristalização, isto é, necessitará de um tempo maior no processo de sinterização, visto que quanto maior a deformação, maior a energia necessária para recristalização e, consequentemente, maior o tempo necessário para ser sinterizado. Dessa forma, espera-se que a amostra 1 possua grãos mais regulares, com geometria arredondada e dispostos de forma equiaxial, pois para esta amostra foi imposta uma deformação menos severa em relação à amostra 2. A difusão dos elementos pode

ser observada na figura 2 com a análise por mapeamento por espectroscopia por dispersão de energia realizado no microscópio eletrônico de varredura.

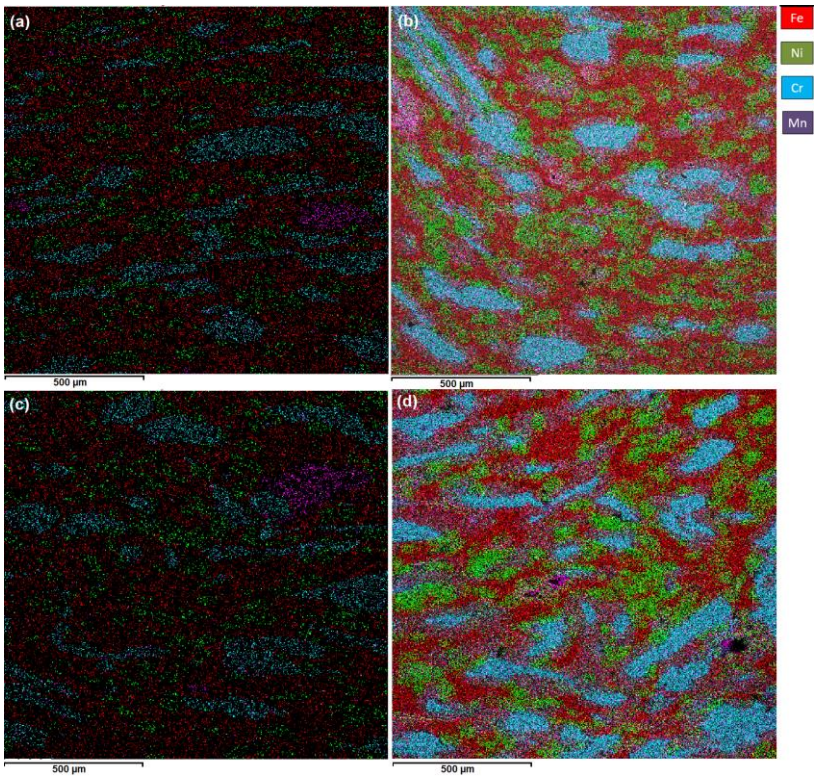


Figura 2 - Mapeamento da distribuição dos elementos nas amostras: 1 (a) antes e (b) após sinterização, e 2 (c) antes e (d) após sinterização.

Segundo a literatura, espera-se que cromo promova ferrita, enquanto que o níquel e o manganês promovam a austenita, visto que o aço 310 é um aço austenítico. Entretanto, a partir da figura 2, percebe-se que ainda há material puro em ambas as amostras, sem a formação completa da austenita, pois esta necessita de um tempo maior para se formar. Durante 1 hora sinterização, nota-se apenas a ocorrência da primeira etapa da sinterização, ou seja, ocorreu apenas o início da difusão dos elementos. Para sinterização completa com a formação da austenita, é necessário realizar o procedimento em um período maior. O início da difusão de cada elemento é melhor visualizada na figura 3.

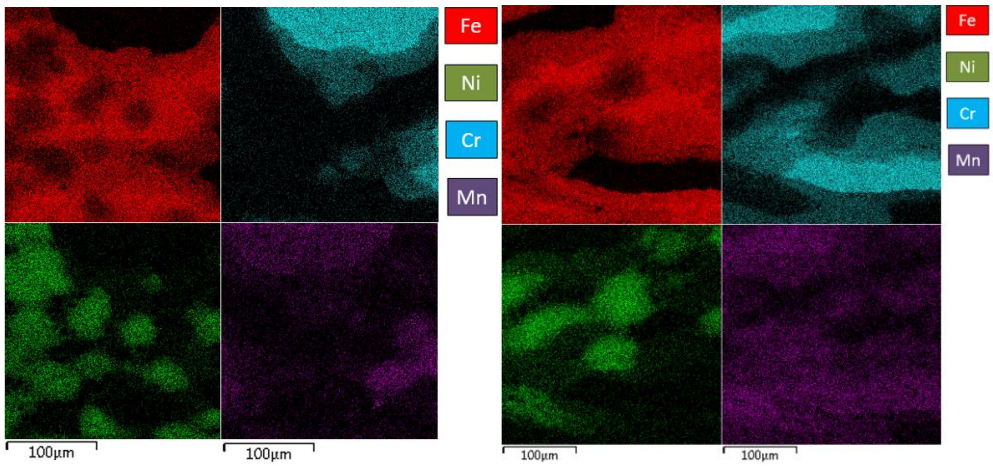


Figura 3 - Mapeamento da distribuição dos elementos nas amostras 1 (esquerda) e 2 (direita) após sinterização.

Visualiza-se na figura 3 o aumento da difusão das partículas com o aumento do número de passes. Relacionando a morfologia das partículas apresentada na figura 2, nota-se que o manganês possui partículas desproporcionais, fazendo com que sua difusão durante a sinterização possua maior facilidade. Porém, o cromo já apresenta partículas com superfícies irregulares, o que proporciona menor compactação e maior dificuldade para a difusão.
Realizando o ensaio de dureza Vickers, determinou-se 10 medidas para cada amostras, tendo a média desses valores dispostos na tabela 1 juntamente com as médias encontradas para as amostras antes da sinterização.

Tabela 1 - Dados obtidos por meio do ensaio de dureza Vickers para amostra 1 e 2 antes e após sinterização

AMOSTRA	VALORES MÉDIOS DA DUREZA (HV)	
	SEM SINTERIZAÇÃO	APÓS SINTERIZAÇÃO
1	186	118
2	213	133

A partir dos dados da tabela 1, percebe-se que a amostra 2 manteve maior dureza. Entretanto, após a sinterização, observa-se que as medidas das duas amostras se aproximam, visto que os materiais são os mesmos e foram submetidos à mesma temperatura durante tempos iguais. Com a recristalização, essas medidas possuem a tendência de tornarem-se semelhantes.

Conclusões

Pode-se concluir que a deformação plástica severa imposta no material influencia tanto na microestrutura quanto na difusão dos átomos após sinterização. A amostra com um passe de ECA apresentou maior regularidade nos grãos encontrando-se de forma equiaxial. Enquanto que a amostra com dois passes de ECA apresentou maior difusão dos elementos, porém sem haver sinterização completa. Para análise da formação de fase austenita, é necessário realizar análise via raios-x e tempo maior de sinterização.

Agradecimentos

Primeiramente ao orientador Osvaldo Mitsuyuki Cintho pela oportunidade desse projeto, pelo incentivo e ensinamentos. Agradeço ao Ricardo Sanson Namur pela ajuda em todo processo da realização do projeto, à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) pela disponibilidade dos equipamentos e à Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica.

Referências

1 Metals Handbook, 10th ed., Volume 2, Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, ASM International, Metals Park, Ohio, 1990.

2 VALIEV, R. Z.; LANGDON, T.G. – Principles of equal-channel angular pressing as a processing tool for grain refinement – Progress in Materials Science 51 (2006) 881–981.

3 Metals Handbook, 10th ed., Volume 4, Heat Treating, ASM International, Metals Park, Ohio, 1991.