

ESTUDO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE PARTÍCULAS CERÂMICAS DE B_4C EM COMPÓSITOS DE MATRIZ DE TITÂNIO BETA SOBRE MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS A PARTIR DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO

Palavras-Chave: Compósito de matriz de titânio, B_4C , Propriedades Mecânicas.

Autores/as:

Gustavo Collobialli de Oliveira Cardoso [Faculdade de Ciências Aplicadas]

Prof. Dr. Rodrigo José Contieri (orientador) [Faculdade de Ciências Aplicadas]

INTRODUÇÃO:

A pesquisa de iniciação científica apresentada refere-se a um projeto de desenvolvimento de compósitos de matriz de titânio. Tal projeto, em parceria com a Embraer e estabelecida em conjunto com a Cleveland State University, tem como objetivo a presença e aplicação de componentes que aumentem, principalmente, a resistência mecânica e de oxidação do material em altas temperaturas; uma vez que sua aplicação é destinada a turbinas de aeronaves. No entanto, pelas características intrínsecas às ligas de titânio, bio-aplicações, como implantes ortopédicos e ortodônticos também serão avaliadas.

O titânio e suas ligas possuem ótimas relações de resistência mecânica e densidade de acordo com o aumento de temperatura comparado a outros materiais metálicos. Porém, compósitos que possam ter melhores propriedades mecânica sem alterações drásticas de módulo de elasticidade são de extremo interesse das indústrias.

Diante do exposto, o presente resumo destinado ao XXX Congresso de Iniciação Científica da Unicamp, trata-se do desenvolvimento de compósitos de matriz metálica de titânio mais especificamente da liga de Titânio Beta com elementos de liga: molibdênio (Mo), nióbio (Nb) e zircônio (Zr), reforçada com carvão de boro (B_4C) em diferentes % em peso e/ou volume. Por fim, mesmo que de modo preliminar, apresentamos a microestrutura/fases desenvolvidas e sua relação com comportamento mecânico (dureza Vickers) para o compósito com 0.5% de B_4C .

METODOLOGIA:

A primeira etapa do projeto consistia em fazer a separação dos elementos com seus respectivos pesos, a fim de formar o lingote que foi fundido em um forno de fusão a arco sob atmosfera inerte em um cadinho de cobre refrigerado pela circulação interna de água.

Inicialmente, para a realização do procedimento de fundição, a câmara foi limpa com álcool etílico e fechada após os materiais terem sido colocados cuidadosamente dentro do cadinho. O processo de purga para obtenção de vácuo por 10 minutos e posterior inserção de argônio até 1000 bar foi repetido três vezes para garantir que componentes do ar atmosférico fossem eliminados o máximo possível.

Com uma fonte de radiofrequência ionizante, formou-se plasma, que podia ser movimentado a fim de conseguir uma completa fusão de todos os elementos. O procedimento foi repetido por seis vezes, até que uma amostra homogênea fosse adquirida. O lingote sendo fundido pode ser visto na imagem 1.

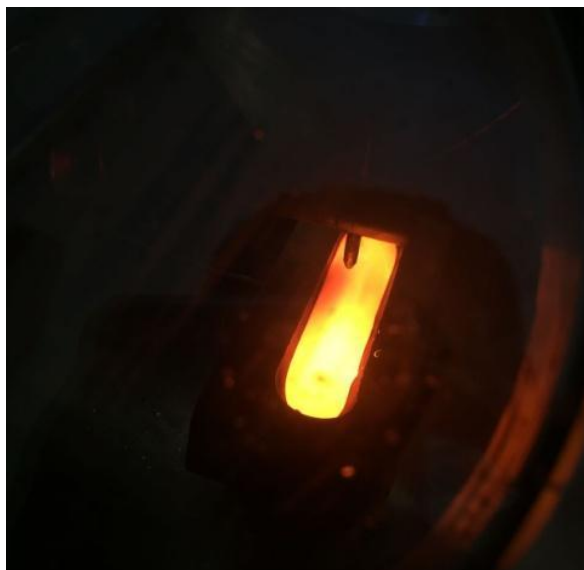


Imagem 1: Fundição do lingote

Com a amostra já a temperatura ambiente, a mesma foi levada ao DRX, para que por meio das técnicas de difração de raios-X, fosse possível identificar as fases presentes.

Posteriormente, a amostra foi então embutida a quente com resina de baquelite e submetida a lixamento manual progressivo de abrasividade: 80, 120, 600 e 1200 *mesh*. Após a amostra ser lavada em banho de ultrassom por 10 minutos, foi efetuado o processo de polimento em politriz manual com pano e pasta de diamante, constantemente lubrificado com álcool etílico.

Com o processo de polimento sendo repetido por cinco vezes, foi-se colocado sobre a amostra um reagente Kroll (2%HF, 10%HNO₃ e 88%H₂O) a fim de conseguir uma melhor visualização dos contornos de grãos e fases no microscópio óptico do modelo Eclipse LV100 (NIKON), possibilitando a caracterização microestrutural. Por fim, de modo a obter relações entre a microestrutura e de fases formadas com as propriedades mecânicas, medidas de dureza Vickers foram efetuadas utilizando um microdurômetro Buhler, com cargas de 500gf aplicadas durante 15 segundos. Ao todo foram 10 medidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados de difração de raios X da liga matriz (TNZM) e da adição com 0,5% em volume de B4C podem ser observados na figura 1. Nota-se que o padrão da matriz é basicamente composto por fase alfa (martensita ortorrômbica) com traços de fase beta (cubico de corpo centrado). A medida que é adicionado o composto B4C o perfil vai sendo alterado, e é possível notar a formação de TiB e TiC. A formação destas fases ocorre em virtude da decomposição ou transformação $5\text{Ti} + \text{B}_4\text{C} \rightarrow \text{TiC} + 4\text{TiB}$.

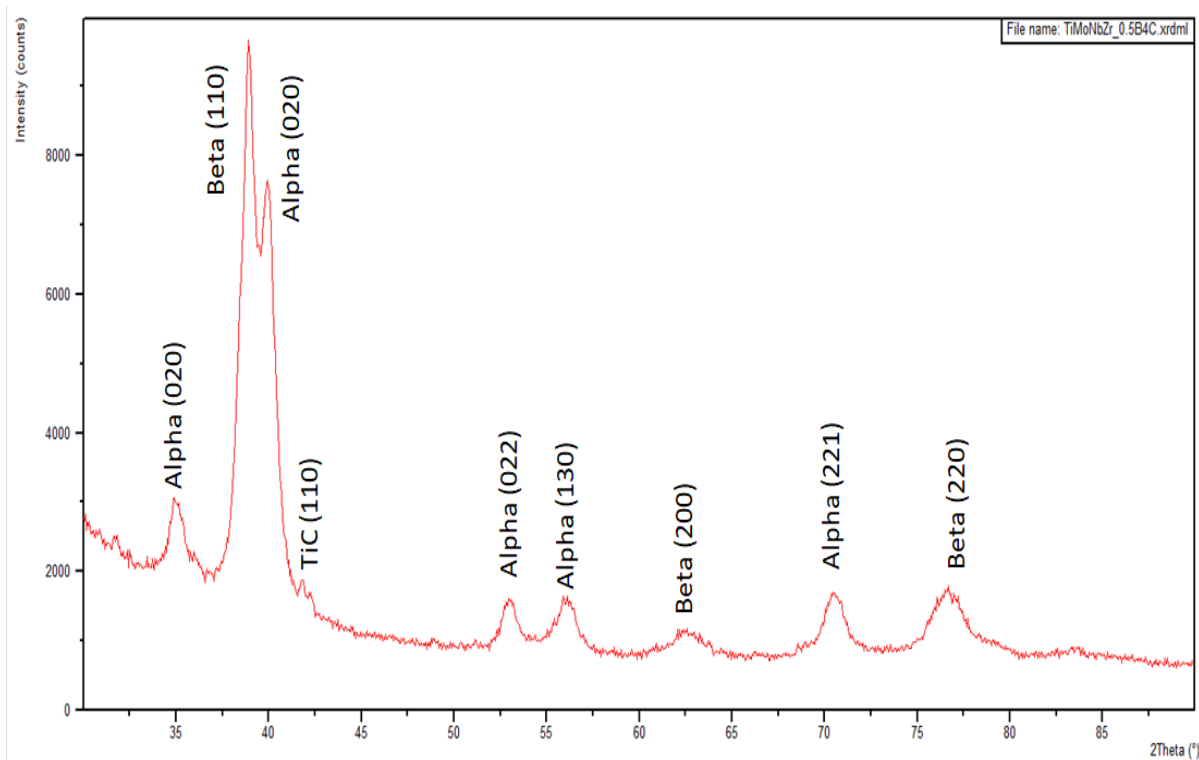


Figura 1 – Resultados de Difração de Raios X do compósito formado TNZM + B4C

Resultados quanto a distribuição de fases e morfologias das mesmas são apresentados na figura 2, que ilustra a microestrutura do material processado. As imagens de microscopia óptica evidenciam a matriz composta por fase beta com agulhas de martensita distribuídas finamente ao longo da matriz junto de fases condizentes com o composto TiB. Pela baixa magnificação atribuída ao MO, não foi possível encontrar outras fases e detalhes mais evidentes de outras precipitações. No entanto, nota-se o grande refinamento de grão gerados pela adição de 0,5% em volume de B4C.

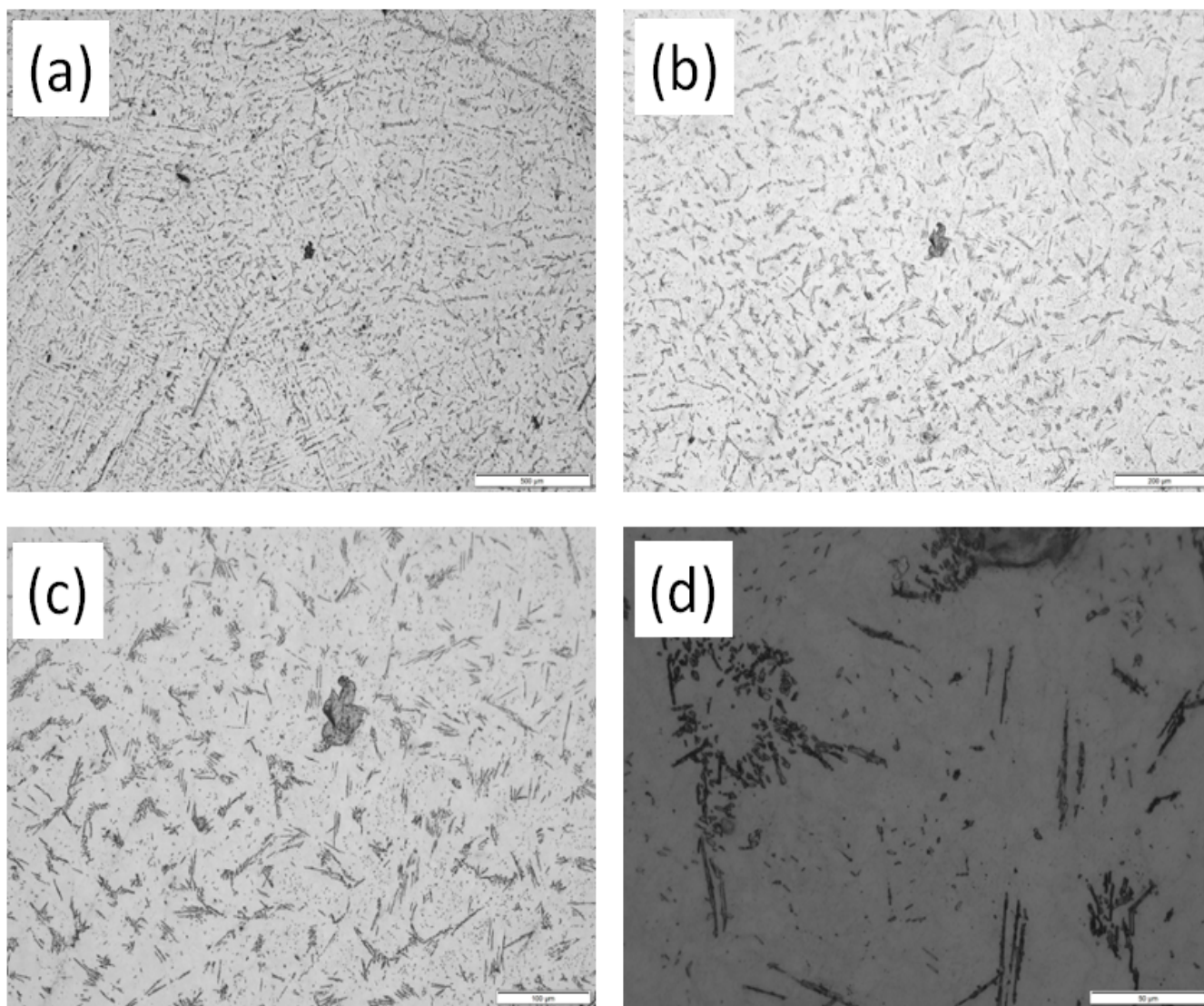


Figura 2 – Resultados de Microscopia Óptica do compósito formado TNZM + B4C

De modo a entender as possíveis relações entre fases/microestrutura e propriedades mecânicas, foram realizados ensaios de dureza Vickers conforme apresentado na figura 3. A condição sem adição de B4C apresenta valor de dureza alto quando comparado a ligas do tipo BETA. No entanto, ao acrescentar 0,5% de B4C em volume, observa-se um grande aumento de dureza no material, aumentando de 308 ± 4 HV para 404 ± 11 HV, aproximadamente 50% superior ao material base.

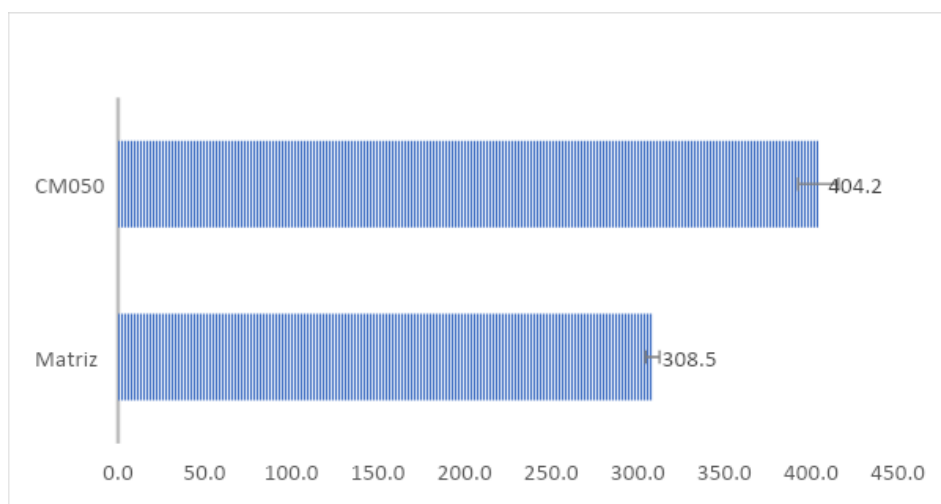


Figura 3 – Resultados de Dureza Vickers do compósito formado TNZM + B4C

A possível explicação desse aumento, pode ser atribuída a fina dispersão do composto TiC ao longo de toda matriz, assim como de precipitações equiaxiais decorrentes do outro composto TiB, que de acordo com os dados da literatura, são fases de alta dureza.

CONCLUSÕES:

A partir dos resultados e análises preliminares, dentro de um escopo maior de pesquisa, podemos concluir que: 1 - O desenvolvimento de compósitos de matriz metálica de Ti-Beta com diferentes proporções de Carboneto de Boro é possível via processo de fundição a arco voltaico; 2 – Pequenas adições de B4C foram suficientes para modificar a matriz composta pela liga TNZM, transformando a mesma em Beta+TiC+TiB; 3 – A adição de B4C, mesmo na condição bruta de solidificação se deu de forma finamente dispersa e homogênea ao longo de todo o lingote; 4 – A partir das adições de B4C foram observados valores de dureza extremamente elevados, sendo o maior de 404 ± 11 HV, cerca de 50% superior a liga matriz TNZM.

BIBLIOGRAFIA

1. F. Bonnet, V. Daeschler & G. Petitgand (2014) High modulus steels: new requirements of automotive market. How to take up the challenge?, Canadian Metallurgical Quarterly, 53:3, 243-252, DOI: 10.1179/1879139514Y.0000000144
2. M.X. Huang, B.B. He, X. Wang, H.L. Yi, Interfacial plasticity of a TiB₂-reinforced steel matrix composite fabricated by eutectic solidification, Scripta Materialia, Volume 99, 2015, Pages 13-16, ISSN 1359-6462, <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2014.11.015>.
3. Ibrahim, I.A., Mohamed, F.A. & Lavernia, E.J. Particulate reinforced metal matrix composites — a review. J Mater Sci 26, 1137–1156 (1991). <https://doi.org/10.1007/BF00544448>