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

Microstructural Characterization of as-cast and heat-treated 66.7Ti-xGa-(22.2-x)Si-11.1B (at-%) alloys (x = 2, 4, 6 and 10 at-%)

Rafael D'Angelo Vilela[1]; Suheil Khalil Yacoub Junior[1]; Thalles Henrique Faria de Souza[1]; Lucas Moreira Ferreira[2]; Nabil Chaia[3]; Carlos Angelo Nunes[4]; Alfeu Saraiva Ramos[1]

1.UNIFAL-MG; 2. COPPE-UFRJ; 3. CECAL GROUP; 4. EEL-USP

Introdução

Componentes ortopédicos articulares devem apresentar biocompatibilidade e propriedades mecânicas adequadas. No caso de componentes de próteses de quadril, as ligas de cobalto são os materiais metálicos que apresentam superior resistência ao desgaste. No entanto, existe uma demanda para materiais mais biocompatíveis e com superiores resistência ao desgaste.

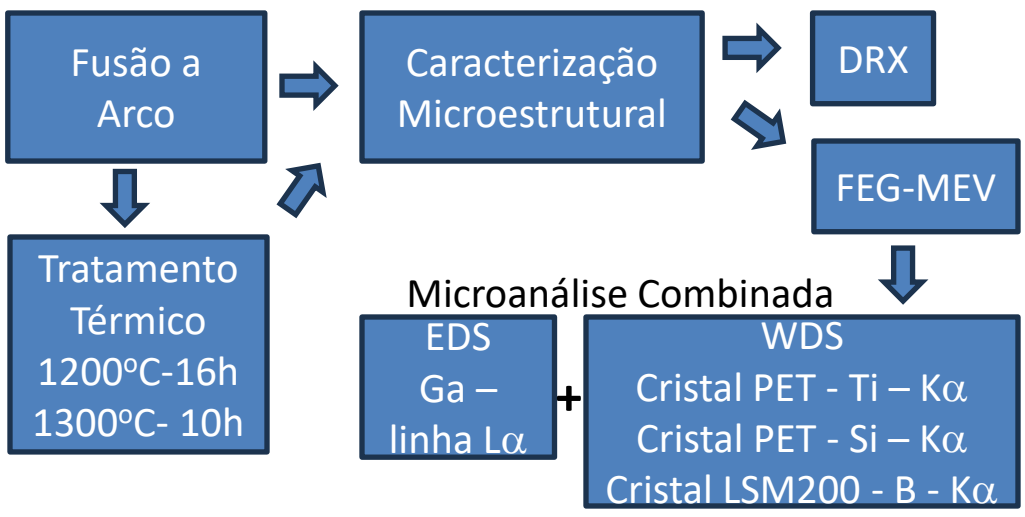
Ligas Ti+Ti_6Si_2B que apresentam biocompatibilidade e osseointegração superiores que o titânio puro, enquanto que a adição de elementos ligantes pode contribuir para a melhoria de propriedades mecânicas desses materiais.

No entanto, nenhuma informação foi encontrada na literatura sobre o efeito da adição de gálio na estabilidade do composto Ti_6Si_2B.

Objetivos

Avaliar o efeito da adição de gálio na estabilidade do composto Ti_6Si_2B em ligas 66,7Ti-xGa-(22,2-x)Si-11,1B (%-at.) no estado bruto de fusão e após tratamentos térmicos (1200°C por 16h e 1300°C por 10h)

Metodologia



Resultados e Discussão

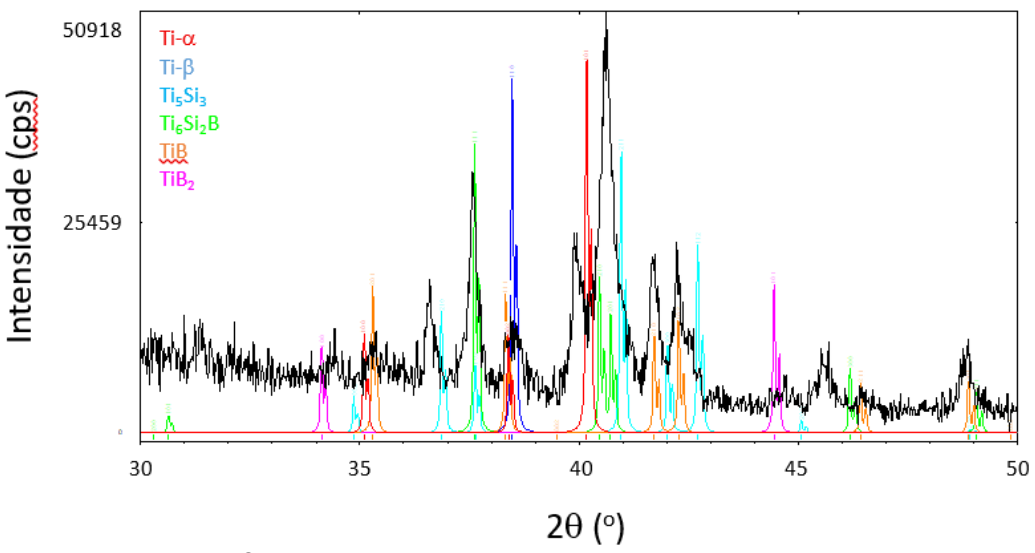


Figura 1. Difratograma de raios X da liga 66,7Ti-10Ga-12,2Si-11,1B (%-at.) tratada a 1200°C por 16h.

Resultados e Discussão

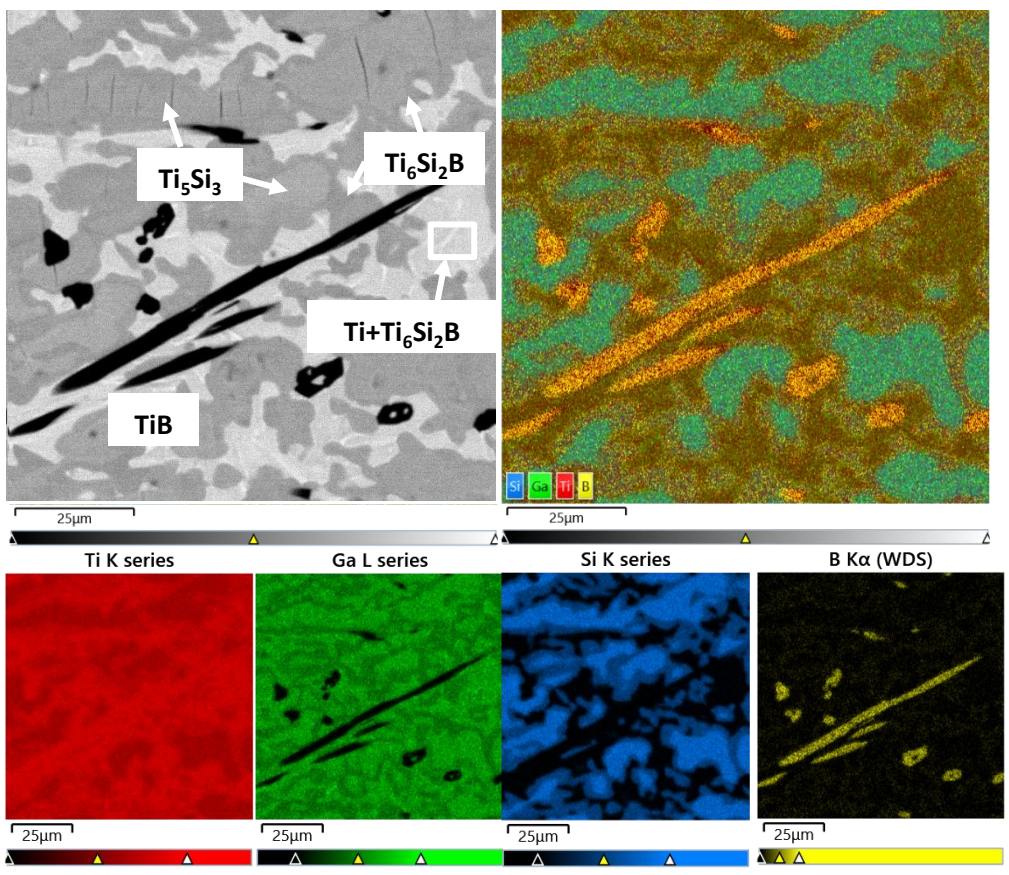


Figura 2. Mapeamento de raios X por WDS da liga 66,7Ti-10Ga-12,2Si-11,1B (%-at.) tratada a 1200°C por 16h.

Tabela 1. Teores de Ti, Ga, Si e B medidos por WDS de fases das ligas (a) 66,7Ti-2Ga-20,2Si-11,1B e (b) 66,7Ti-10Ga-12,2Si-11,1B (%-at.) tratadas a 1200°C por 16h.

(a)

Fase / Elemento	Ti (%-at.)	Ga (%-at.)	Si (%-at.)	B (%-at.)
Ti_{ss}	95,87 - 96,20	2,50 - 2,67	0,84 - 1,31	0,15 - 0,70
Ti_6Si_2B	65,94 - 66,31	0,56 - 0,73	20,59 - 21,21	11,83 - 12,74
Ti_5Si_3	62,82 - 63,65	0,66 - 0,92	32,98 - 33,85	2,25 - 3,35
TiB	48,73 - 50,92	...	0,050 - 0,10	48,98 - 51,19

(b)

Fase / Elemento	Ti (%-at.)	Ga (%-at.)	Si (%-at.)	B (%-at.)
Ti_{ss}	80,06 – 87,41	11,90 – 16,58	0,70 – 2,19	0,0 -1,19
Ti_6Si_2B	64,52 – 66,17	6,92 – 7,12	14,78 – 14,99	11,73 – 13,53
Ti_5Si_3	62,30 – 63,00	8,65 – 9,25	26,25 – 27,56	1,40 – 2,40
TiB	45,44 – 46,04	...	0,08 – 0,49	53,86 – 54,48

Conclusões

Até adição de 10 %-at. Ga, o tratamento térmico a 1200°C por 16h favoreceu a formação de Ti_6Si_2B. Ao contrário, o Ti_6Si_2B foi identificado somente na liga contendo adição de 2 %-at. após tratamento térmico a 1300°C por 10h.

Gálio foi dissolvido preferencialmente no titânio até teores de 16,58 %-at. Nos casos do Ti_5Si_3 e do Ti_6Si_2B, o gálio substituiu parcialmente os átomos de silício em teores de até 7,12 e 9,25 %-at., respectivamente. No TiB, a solubilidade de gálio é muito limitada e inferior a 0,50 %-at.

Consequentemente, os picos de Tiss, Ti_5Si_3 e Ti_6Si_2B ficaram deslocados para a direção de menores ângulos de difração (2θ).

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG (APQ-01423-24), FINEP e FAPESP pelos recursos disponibilizados para a realização deste estudo.