

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL E MECÂNICA DA LIGA Ti-4Al-6Nb PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS

Leni Santos Brito, lsbrito2@gmail.com¹

Mirtânia Antunes Leão, mirtanialeao@gmail.com¹

Eval Oliveira Miranda Junior, eval_oliveira@hotmail.com^{1,2}

Victor Hugo Rhem da Silva, torrhem@live.com²

Helen Fernandes de Sousa, helen.fsousa@gmail.com¹

Olímpio Baldoíno Costa Vargens Neto, olimpiovargens@gmail.com¹

Sônia Regina Sales Barbosa, soniareginacefetba@yahoo.com.br¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia (IFBA), R. Emídio dos Santos, s/n - Barbalho, Salvador - BA

²Universidade Federal da Bahia, R. Prof. Aristίδes Novis, 2 - Federação, Salvador – BA.

Resumo: Os materiais metálicos biomédicos apresentam notável importância na reconstrução de tecidos estruturais que apresentam falhas. Atualmente, a produção de novas ligas de titânio tem sido incentivada para uso biomédico com a finalidade de reduzir as limitações quanto ao módulo de elasticidade e citotoxicidade das ligas comercializadas, em particular a liga Ti-6Al-4V que é a mais empregada em implantes, apesar de estudos terem indicado o elemento vanádio (V) como tóxico para o organismo. Neste sentido, as ligas do sistema Ti-Al-Nb apresentam-se como uma boa alternativa por apresentarem alta estabilidade química e a biocompatibilidade do nióbio, elemento betagênico que substituirá o vanádio na liga biomédica. Dessa forma o trabalho tem como objetivo a caracterização microestrutural e mecânica da liga Ti-4Al-6Nb passível a ser utilizada como biomaterial. As amostras estudadas foram confeccionadas em pesquisa anterior. No estudo utilizou-se a microscopia ótica, microscopia eletrônica de varredura, tratamentos térmicos de homogeneização, solubilização e envelhecimento, além da microdureza Vickers antes e após os tratamentos térmicos. Os dados permitiram analisar o comportamento da liga antes e depois dos tratamentos térmicos e foram comparados a trabalhos existentes na literatura.

Palavras-chave: ligas de titânio, biomateriais, Ti-4Al-6Nb, caracterização microestrutural, homogeneização.

1. INTRODUÇÃO

Os materiais para reconstrução e fixação de partes ósseas veem se desenvolvendo muito nos últimos anos. A utilização de dispositivos como fios, hastes, placas, fixadores e parafusos em fraturas, assim como endopróteses de articulações, principalmente de quadril e joelho, tem proporcionado recuperações mais rápidas de pacientes e até mesmo evitado a perda de membros. Assim, materiais de maior resistência e tempo de vida vêm sendo desenvolvidos para maior tempo de vida útil e maior conforto aos pacientes.

Dentre os materiais metálicos aplicados na confecção de próteses para implantes, o elemento titânio se destaca por possuir alta relação resistência/peso, excelente biocompatibilidade e elevada resistência à corrosão. A resistência à corrosão passa a ter relevante significado quando se aborda biomateriais, pois os fluidos presentes no interior do corpo humano constituem um ambiente extremamente agressivo, tal qual uma salmoura contendo cloretos, uma série de ácidos orgânicos e outros compostos os quais o titânio é completamente imune (3).

O elemento titânio apresenta características interessantes. Porém, a utilização do mesmo comercialmente puro, possui grandes limitações quando se trata de empregá-lo em solicitações mecânicas elevadas. Daí a importância de desenvolver novas ligas com a adição de elementos que modifiquem e melhorem as propriedades mecânicas do mesmo (4).

Dentre as várias ligas de titânio, a que possui maior produção comercial é a liga Ti-6Al-4V. Isso se deve principalmente às suas características em tração e baixa densidade, aproximadamente 42% menor que o aço. No entanto essa liga ainda exibe um módulo de elasticidade elevado em relação ao tecido ósseo cortical humano, além de apresentar problemas de citotoxicidade atribuídos aos elementos alumínio e vanádio (5).

Sob esse ponto de vista, o presente trabalho visa o estudo da liga de titânio Ti-4Al-6Nb para aplicação como biomaterial na ortopedia (prótese femoral), substituindo a liga Ti-6Al-4V.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Obtenção e tratamento da liga

Duas amostras confeccionadas em trabalho anterior foram fornecidas para realização do presente estudo. Um dos objetivos do estudo metalográfico foi realizar a análise das microestruturas presentes na liga ternária: Ti-4Al-6Nb e avaliar a influência dos tratamentos térmicos de solubilização, homogeneização e envelhecimento efetuados na mesma.

A amostra sofreu um corte longitudinal com a finalidade da preparação de uma superfície plana para as futuras análises. Para o mesmo foi utilizado um disco de corte diamantado modelo DOC110 do fabricante Starret com refrigeração a água em uma cortadeira manual modelo SMT9005 JIG-355.

Essa operação tem como objetivo a eliminação dos riscos e marcas mais profundas da superfície dando um melhor acabamento a mesma, preparando-a para o polimento. A técnica de lixamento utilizada nesse trabalho foi o lixamento manual que consiste em lixar a amostra, mudando-se de direção (90°) em cada lixa subsequente até desaparecerem os traços das lixas anteriores. No processo de lixamento foram utilizadas lixas d' água com sequência de grãos 120, 220, 320, 360, 400, 600, 800, 1200, 2000 e 3000. Ao término do processo com a última lixa, a amostra foi colocada em uma lavadora ultrassônica modelo USC 750 do fabricante Unique por 10 minutos e seca com um secador manual.

O polimento é uma operação pós lixamento que visa um acabamento superficial isento de marcas. Para este fim utilizou-se abrasivos como pasta de diamante e alumina.

O polimento foi executado em uma politriz modelo DP 10, fabricante Struers, após a amostra passar pela lavadora ultrassônica modelo USC 750 de fabricante Unique por 10 minutos.

O ataque químico se faz necessário devido à superfície polida refletir luz de forma homogênea não permitindo fazer a distinção dos microconstituintes da sua estrutura. Sendo assim, a microestrutura só é revelada após este ensaio. As amostras foram atacadas com Kroll (95ml de H₂O + 10ml de HF + 5ml HNO₃) pelo método de imersão por 2 segundos, tempo necessário para revelação das fases em busca.

As amostras em estado bruto de fusão foram submetidas aos tratamentos térmicos de homogeneização, solubilização e envelhecimento. Uma amostra foi apenas solubilizada e outra foi homogeneizada e depois sofreu o processo de envelhecimento.

Com o objetivo de eliminar a heterogeneidades existentes na composição resultante do processo de solidificação, a amostra 2 foi submetida ao tratamento de homogeneização à temperatura de 1000°C com taxa de aquecimento de 10°C/min por um período de 24 horas. Para esse tratamento, foi utilizado o forno tipo mufla modelo FLVC 1300 com resfriamento lento no mesmo forno.

A amostra homogeneizada passou então por tratamento de envelhecimento com temperatura de 595°C durante uma hora em um forno tubular com atmosfera controlada e rampa de 10°C/min, resfriada ao ar.

Em seguida, essa foi colocada em um cadinho, recoberta com óxido de titânio a fim evitar a oxidação ou perda de titânio da liga submetida a alta temperatura. Então foi posta no forno tipo mufla Phoenix airwave, durante uma hora com temperatura de 900°C e resfriada em água gelada.

2.2. Microscopia óptica e eletrônica de varredura e EDS (espectroscopia por energia dispersiva)

As amostras tratadas termicamente foram preparadas metalograficamente, conforme procedimentos adequados e analisadas em microscópio ótico de luz refletida modelo Union MC 86683 e microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo TESCAN.

O uso em conjunto do EDS com o MEV é de grande importância na caracterização de materiais. Enquanto o MEV proporciona nítidas imagens o EDS permite sua imediata identificação. Além da identificação mineral, o equipamento ainda permite o mapeamento da distribuição de elementos químicos por minerais, gerando mapas composicionais de elementos desejados. Vale ressaltar que os mapas de EDS das ligas tratadas termicamente foram realizados juntamente com a aquisição do MEV (microscopia eletrônica de varredura).

2.3. Ensaio de microdureza:

O método utilizado foi a microdureza Vickers, ensaio que consiste em forçar, através da aplicação de uma carga pré-estabelecida, um penetrador de diamante com formato de pirâmide de dimensões conhecidas, sobre a superfície do corpo de prova a ser ensaiado. As análises foram realizadas em um microdurômetro digital da série HMV-2T, fabricante ShimadzuCorp., do laboratório de tração IFBA Campus Salvador.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise Microestrutural e Transformação de Fases

A análise microestrutural da liga foi realizada através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia ótica (MO). Para a amostra no estado bruto de fusão, verificou-se a presença de duas fases: α e β , a primeira hexagonal compacta e a outra cúbica de corpo centrado.

A liga em estudo apresenta uma microestrutura $\alpha+\beta$ (mistura com a fase α – fase clara difundida em uma matriz β – fase escura).

A fase clara apresenta-se de forma acicular, caracterizando a estrutura Widmanstätten. Quando uma liga de titânio com microestrutura $\alpha+\beta$ é resfriada a partir do campo de temperatura da fase β , ou seja, acima de 1000°C, há a formação da fase α a partir da fase β , onde a estrutura de fase β encontra-se entre placas da fase α .

A figura 1 mostra a microestrutura da liga Ti-4Al-6Nb no estado bruto de fusão (BF) através das microscopias supracitadas.

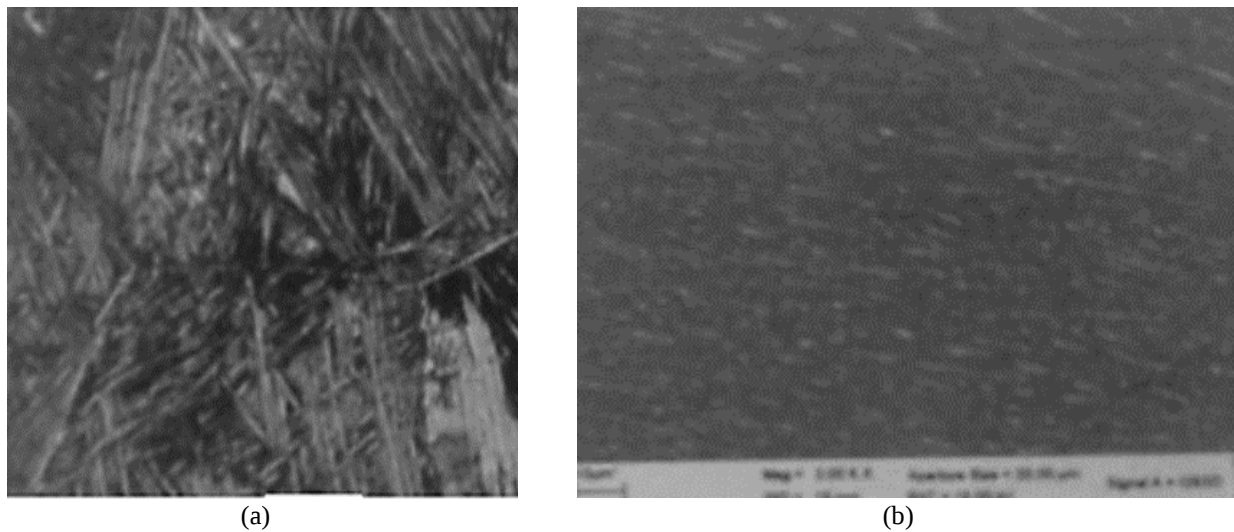


Figura 1: Microestrutura da liga Ti4Al6Nb no estado bruto de fusão (BF) com aumento de (a) MO – 500x, (b) MEV – 2000x.

A seguir, encontram-se as análises por microscopia ótica e eletrônica de varredura para a liga tratada termicamente por solubilização a 900°C e resfriada imediatamente em água. Onde se verificou a formação da fase α e outra denominada microestrutura martensítica acicular, fase α' . Na figura 2 pode-se observar plaquetas (em forma de estrias) de martensita e certa quantidade de fase β retida entre as plaquetas de martensita, apresenta-se discretamente (conforme seta indicativa). A retenção da fase β ocorre devido ao resfriamento rápido, acima da temperatura β – transus, onde a fase β é estável ⁽⁶⁾. A figura 3 mostra as microscopias ótica e eletrônica de varredura para a liga homogeneizada por 24 horas com resfriamento em forno. Nota-se que o produto da homogeneização é uma matriz composta por grãos equiaxiais grosseiros da fase β envolto pela fase α .

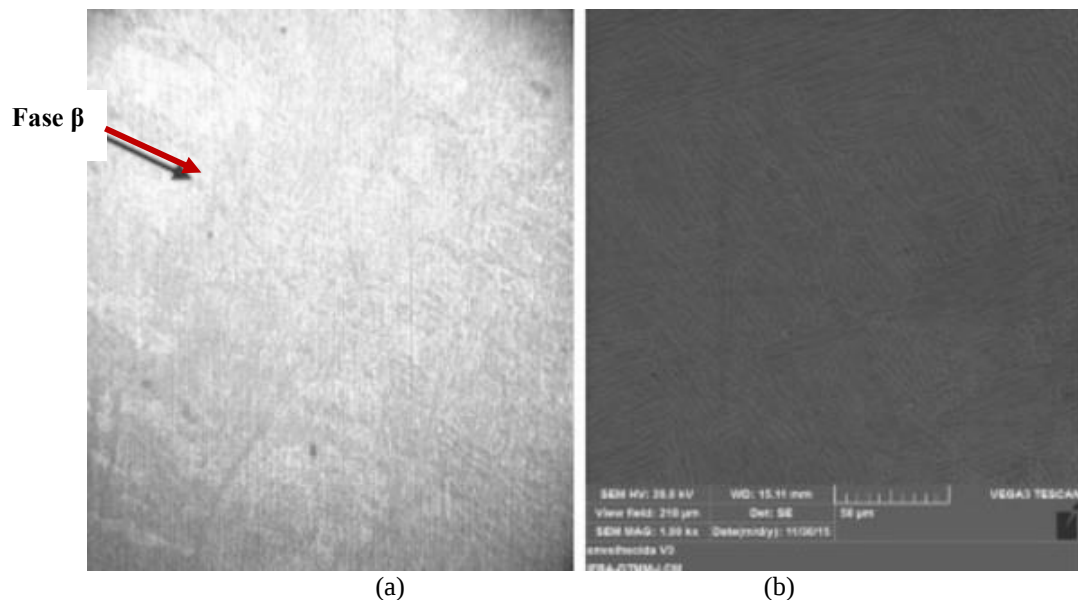


Figura 2: Microestrutura da liga Ti-4Al-6Nb solubilizada com aumento de (a) MO – 50x, (b) MEV – 1000x

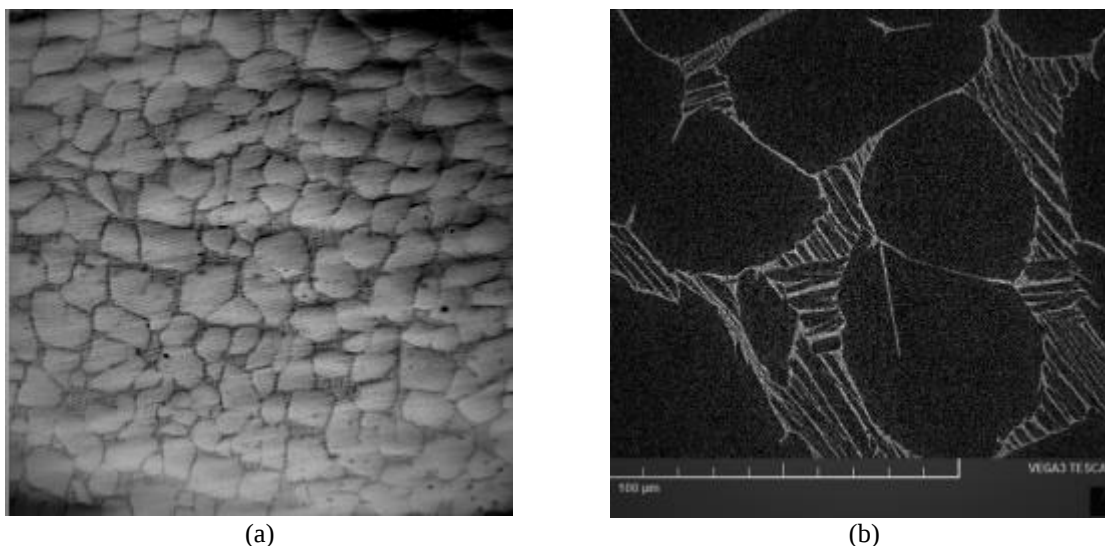


Figura 3: Microestrutura da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada por 24 horas e resfriado no forno com aumento de (a) MO – 50x, (b) MEV – 1000x

A figura 4 apresenta microscopias (MO) e (MEV) da liga Ti-4Al-6Nb que foi primeiramente homogeneizada a 1000°C, durante 24 horas e resfriada em forno e posteriormente envelhecida a 595°C por uma hora e resfriada ao ar. Após o envelhecimento, nota-se a presença da fase β lamelar (fase escura) apresentando direção preferencial onde uma matriz composta pela fase α (fase clara), definindo uma estrutura lamelar $\alpha+\beta$.

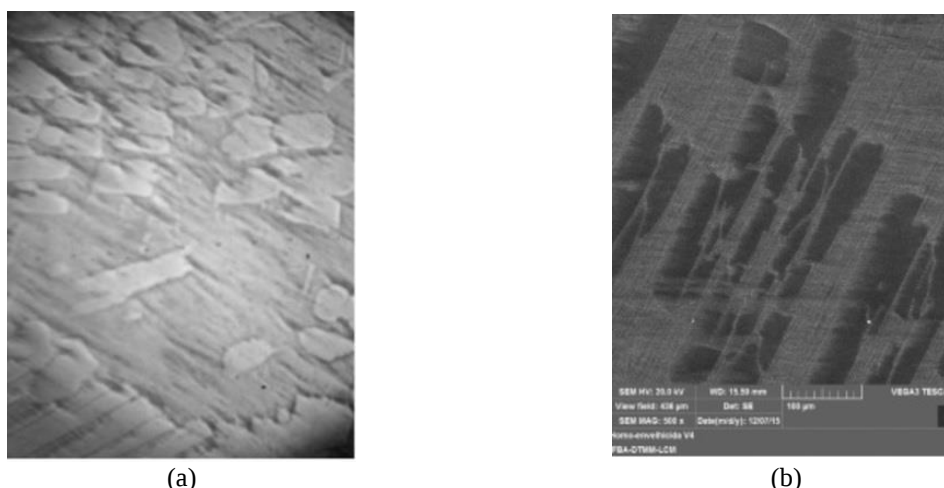


Figura 4: Microestrutura da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada por 24 horas e resfriado no forno e posteriormente envelhecida a 595°C e resfriada ao ar com aumento de (a) MO – 50x, (b) MEV – 500x

De acordo com os resultados através das microestruturas pode-se inferir sobre a liga no estado bruto de fusão e tratada termicamente. Foi observado que existe uma retenção maior da fase β que está relacionado com ao aumento do teor do elemento nióbio, já a fase α acicular tende a formar lamelas onde a fase β encontra-se retida.

3.2. Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios – X (EDS)

Nas análises obtidas pelo MEV, com a utilização de raios – X, comprovou-se a existência dos elementos Ti, Al e Nb da liga terciária em estudo. Através das análises adquiridas pelo EDS juntamente com o MEV, revelaram que as quantidades de Ti, Al e Nb da liga estudada encontram-se em conformidade em relação às quantidades adicionada (% peso) vide tabela 1.

Tabela 1: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, bruta de fusão através do EDS.

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,02	0,02384	4,3
Titânio (Ti)	77,36	0,82691	89,39
Nióbio (Nb)	9,32	0,05599	6,2

Na figura 5 pode ser vista a amostra da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24 horas e resfriada em forno, sendo identificado os campos analisados por Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios – X (espectro 1 e espectro 2). Já as figuras 6 e 7 mostram os resultados do EDS dos espectros 1 e espectro 2 respectivamente.

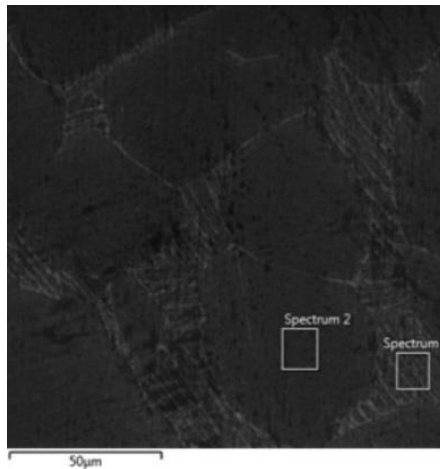


Figura 5: Liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24 horas e resfriada em forno com identificação do campo analisado por EDS.

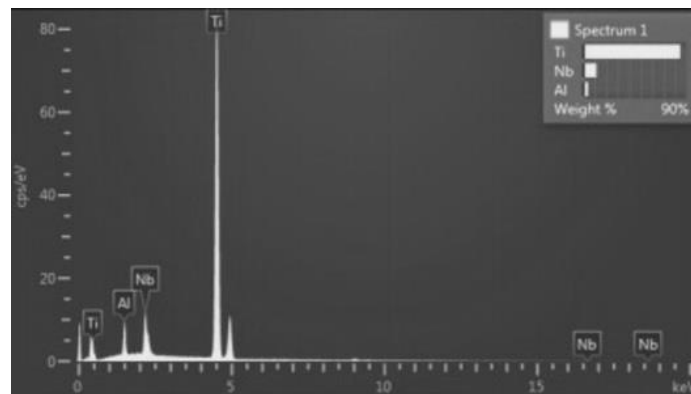


Figura 6: Análise EDS mostrando elementos Ti, Al e Nb da liga no campo do espectro 1

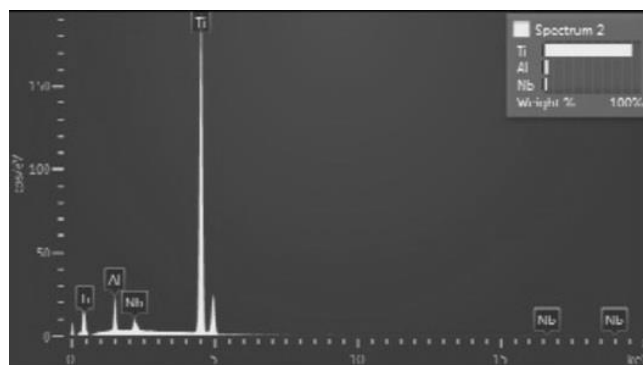


Figura 7: Análise EDS mostrando elementos Ti, Al e Nb da liga referente ao espectro 2

As tabelas 2 e 3 mostram as análises semiquantitativas dos espectros 1 e espectro 2, respectivamente, da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24 horas e resfriada em forno, obtidas através do EDS.

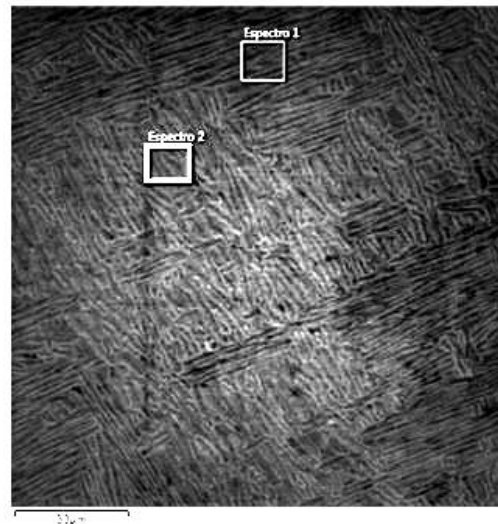
Tabela 2: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, no campo do espectro 1

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,02	0,02384	4,15
Titânio (Ti)	77,36	0,82691	89,39
Nióbio (Nb)	9,32	0,05599	11,45

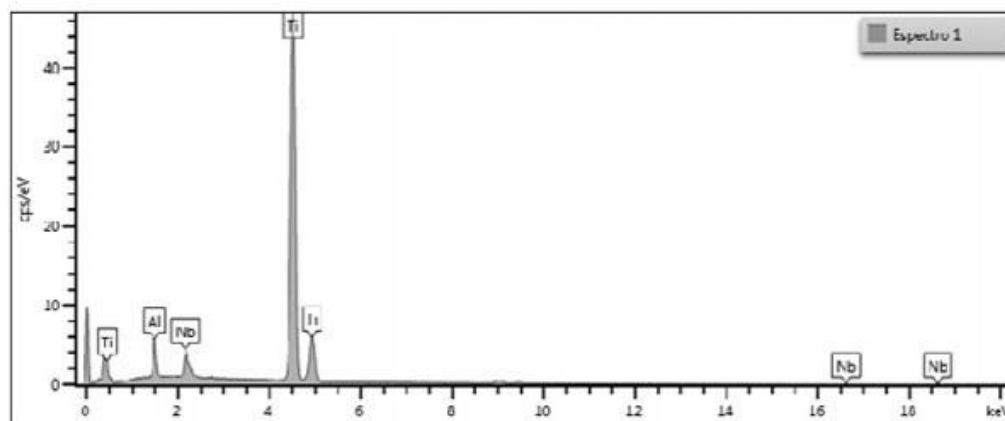
Tabela 3: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, no campo de espectro 2

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,71	0,02662	5,07
Titânio (Ti)	86,62	0,82620	91,07
Nióbio (Nb)	3,17	0,03166	3,86

Na figura 8 pode ser vista a amostra da liga Ti-4Al-6Nb solubilizada a 900°C por 1 hora e resfriada água gelada, sendo identificado os campos analisados por Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios – X (espectro 1 e espectro 2).

**Figura 8: Liga Ti-4Al-6Nb solubilizada a 900°C por 1 hora e resfriada em água gelada com identificação dos campo analisados por EDS (50 µm).**

A figura 9 mostram o resultado do EDS do espectro 1 da liga Ti-4Al-6Nb solubilizada a 900°C, enquanto a tabela 4 mostra o resultado da análise semiquantitativa do espectro 1 obtida através do EDS.

**Figura 1: Análise EDS mostrando elementos Ti, Al e Nb da liga referente ao espectro 1 da liga solubilizada.****Tabela 4: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, no campo de espectro 1 da liga solubilizada**

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,27	0,02351	4,67
Titânio (Ti)	79,17	0,79171	88,03
Nióbio (Nb)	5,74	0,05743	7,3

A figura 10 mostram o resultado do EDS do espectro 2 da liga Ti-4Al-6Nb solubilizada a 900°C, enquanto A tabela 5 mostra o resultado da análise semiquantitativa do espectro 2 obtida através do EDS.

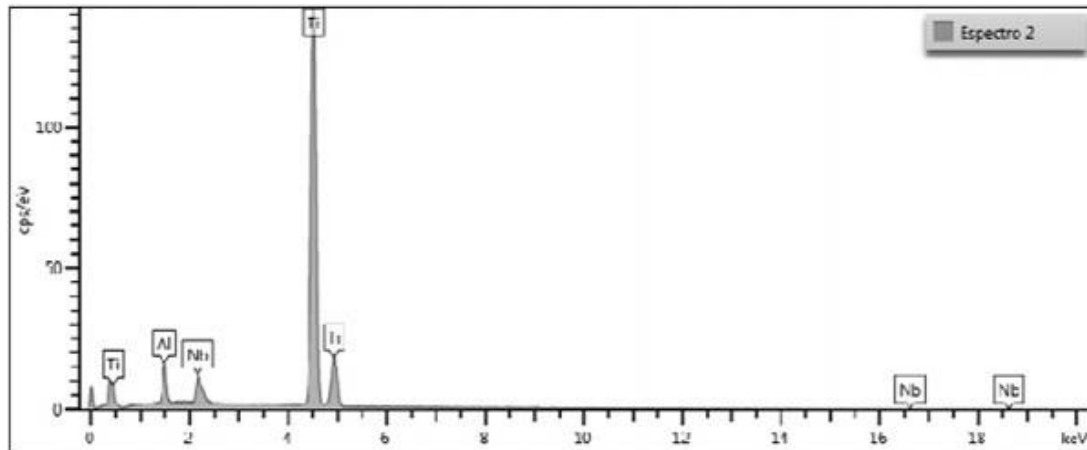


Figura 10: Análise EDS mostrando elementos Ti, Al e Nb da liga referente ao espectro 2 da liga solubilizada.

Tabela 5: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, no campo de espectro 2 da liga solubilizada.

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,35	0,02409	4,57
Titânio (Ti)	83,42	0,83417	88,41
Nióbio (Nb)	5,79	0,05795	7,03

Na figura 11 pode ser vista a amostra da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24h e resfriada em forno e posteriormente envelhecida a 595°C, sendo identificado os campos analisados por Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios – X (espectro 1 e espectro 2).

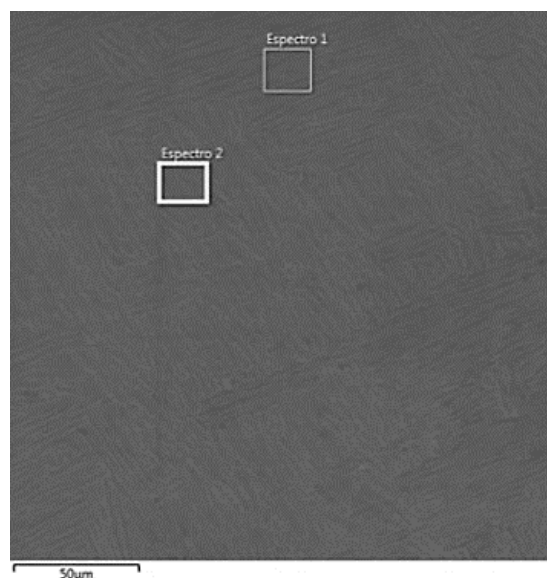


Figura 11: Amostra da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24h e resfriada em forno e posteriormente envelhecida a 595°C, resfriada ao ar com identificação dos campos analisados por EDS

A figura 12 mostram o resultado do EDS do espectro 4 da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24h, resfriada em forno e envelhecida a 595°C, enquanto a tabela 6 mostra o resultado da análise semiquantitativa do espectro 4 obtida através do EDS.

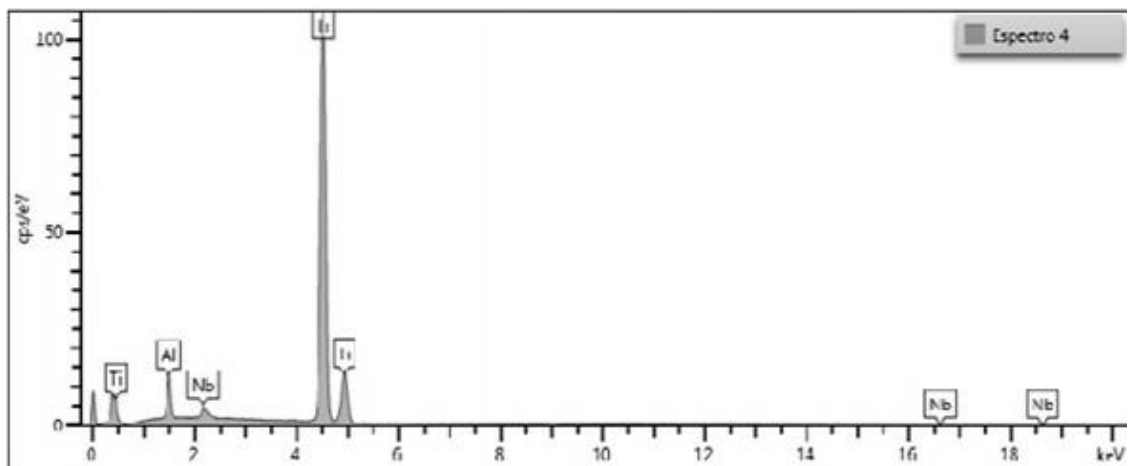


Figura 12: Análise EDS mostrando elementos Ti, Al e Nb da liga referente ao espectro 4 da liga homogeneizada a 1000°C por 24h, resfriada em forno e envelhecida a 595°C.

Tabela 6: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, no campo de espectro 4 da liga homogeneizada a 1000°C por 24h, resfriada em forno e envelhecida a 595°C.

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,82	0,02742	5,25
Titânio (Ti)	86,4	0,86396	91,46
Nióbio (Nb)	2,67	0,02672	3,28

A figura 13 mostram o resultado do EDS do espectro 5 da liga Ti-4Al-6Nb homogeneizada a 1000°C por 24h, resfriada em forno e envelhecida a 595°C enquanto a tabela 7 mostra o resultado da análise semiquantitativa do espectro 5 obtida através do EDS.

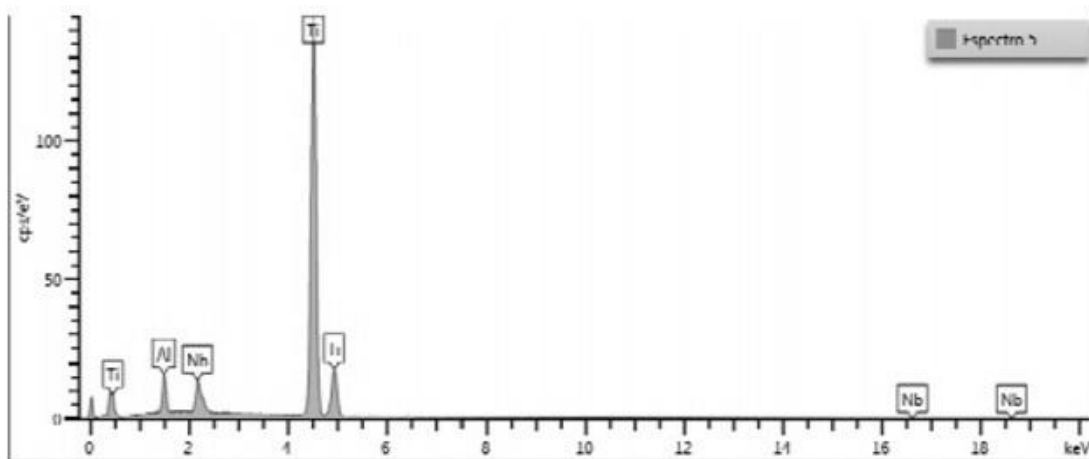


Figura 13: Análise EDS mostrando elementos Ti, Al e Nb da liga referente ao espectro 5 da liga homogeneizada a 1000°C por 24h, resfriada em forno e envelhecida a 595°C

Tabela 7: Análise semiquantitativa da liga Ti-4Al-6Nb, no campo de espectro 5 da liga homogeneizada a 1000°C por 24h, resfriada em forno e envelhecida a 595°C.

Elemento	Concentração Aparente	Razão k	% Peso
Alumínio (Al)	3,3	0,02368	4,45
Titânio (Ti)	83,23	0,83229	87,78
Nióbio (Nb)	6,46	0,06462	7,77

Pelas análises por EDS apresentadas, pode-se observar que o nióbio se encontra em solução na matriz das estruturas das ligas de titânio e que a presença do alumínio existente também na matriz, confirma a presença da fase α como elemento estabilizador dessa liga. Assim, pode-se inferir que pelas análises da liga estudada a mesma é do tipo $\alpha + \beta$.

3.3. Análise Dureza Vickers

A propriedade foi avaliada a partir da liga em estado bruto de fusão e tratada termicamente. A tabela 8 mostra resultado das durezas realizadas na liga com estrutura bruta de fusão, solubilizada e envelhecida.

Tabela 8: Dureza Vickers da liga Ti-4Al-6Nb no estado bruto de fusão, solubilizada e envelhecida.

Composição (% peso)	Tratamento	Média da dureza (HV)
Ti-4Al-6Nb	Estado bruto de fusão	276
	Solubilizada	415
	Envelhecida	310

É importante lembrar que o nióbio (estabilizante da fase β) tem como característica durante o resfriamento, juntamente com o alumínio de apresentar uma estrutura de forma α acicular, que é a fase β transformada, quando retida a temperatura ambiente promove aumento da dureza (6).

Com relação a liga solubilizada, observou-se que ocorre um aumento significativo na dureza. Este aumento está diretamente relacionado com a presença de martensita na amostra, mostrando que o tratamento de solubilização é importante na otimização das propriedades mecânicas dessas ligas (2).

Através da tabela acima, é fácil perceber que no tratamento térmico de envelhecimento a dureza tende a diminuir uma vez que as transformações no estado sólido são mais lentas. Este fato se dá pelo motivo de que ao envelhecer a microestrutura, pequenas frações da fase β metaestável (β transformado) e α' (martensita de estrutura hexagonal) tendem a precipitar em fase α que possui menor dureza.

4. CONCLUSÃO

Através do presente estudo da liga Ti-4Al-6Nb foi revelado através do MO e MEV um comportamento microestrutural compatível com a liga do sistema ternário Ti-Al-Nb. Além disso, foi encontrada martensita na liga Ti-4Al-6Nb na condição solubilizada acima β – transus e resfriada em água gelada. Já as microestruturas adquiridas após o envelhecimento apresentaram maior retenção fase β o que está diretamente relacionada com o teor de nióbio.

O ensaio de dureza Vickers revelou que após o tratamento térmico de solubilização em água houve aumento significativo da dureza, devido a retenção de α' e que a dureza caiu sutilmente quando passam por tratamento de envelhecimento, tal fato ocorre devido a decomposição da fase α' e β metaestável na fase α . Observa-se um aumento significativo, através do EDS, na concentração do Ti na liga após tratamento.

5. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Szesz, E. M. Produção e Caracterização de Modificações Superficiais em Ti para Aplicação Biomédica – Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- Bolzoni, L. et al., Mechanical Behaviour of Pressed and Sintered CP Ti and Ti-6Al-7Nb Alloy Obtained from Master Alloy Addition Powder. Journal of the Mechanical Behaviour of Biomedical Materials. Elsevier. Volume 20, 149-161p. 2012.
- Orefice, R. L., Pereira, M. M., Mansur, H. S. Biomateriais: Fundamentos e Aplicações. Ed. Cultura Médica. Rio de Janeiro, 2012.
- Niinomi, M. et al., Development of new metallic alloys for biomedical applications, Acta Biomaterialia. Article in Press, 2012.
- Konatu, R.T., Análise da rota de processamento da liga Ti-30T visando a aplicação biomédica - Guaratinguetá, 2014, p.30-41, Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia Mecânica.
- Barbosa, S.R.S. Obtenção e caracterização de ligas biocompatíveis à base de Ti, Al e Nb – João Pessoa, 2009. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, Faculdade de Engenharia Mecânica.

MICROSTRUCTURAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION OF Ti-4Al-6Nb ALLOY FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Leni Santos Brito, lsbrito2@gmail.com¹

Mirtânia Antunes Leão, mirtanialeao@gmail.com¹

Eval Oliveira Miranda Junior, eval_oliveira@hotmail.com^{1,2}

Victor Hugo Rhem da Silva, torrhem@live.com²

Helen Fernandes de Sousa, helen.fsousa@gmail.com¹

Olímpio Baldoíno Costa Vargens Neto, olimpiovargens@gmail.com¹

Sônia Regina Sales Barbosa, soniareginacefetba@yahoo.com.br¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia (IFBA), R. Emídio dos Santos, s/n - Barbalho, Salvador - BA

²Universidade Federal da Bahia, R. Prof. Aristίδes Novis, 2 - Federação, Salvador – BA.

Abstract. *Metallic biomedical materials present notable importance on structural tissue reconstruction. New titanium alloy production is stimulated for biomedical application hoping to reduce commercial alloys elastic modulus and cytotoxicity limitations, in particular Ti-6Al-4V, which is the most employed in implants, even though modern study shows vanadium (V) as toxic for humans. Knowing that, Ti-Al-Nb system alloys appear as a viable alternative for their high chemical stability and niobiums biocompatibility; niobium in particular is a betagenic element, and substitutes vanadium in the alloy. This work aims Ti-4Al-6Nb alloy microstructural and mechanical characterization, capable of being used as biomaterial. Studied samples were manufactured in previous research. On this study were made optical microscopy, scanning electron microscopy, thermal homogenizing treatments, solubilization and aging, with Vickers microhardness test before and after thermal treatments. The data allowed analyzing alloys behavior before and after proper thermal treatment and were compared with existing work in literature.*

Keywords: Titanium alloys, biomaterials, Ti-4Al-6Nb, microstructural characterization, homogenising