

Fernando Lahude Ritter  
 Marcos Vasconcellos (orientador)  
 Laboratório de Microanálise – IF/UFRGS

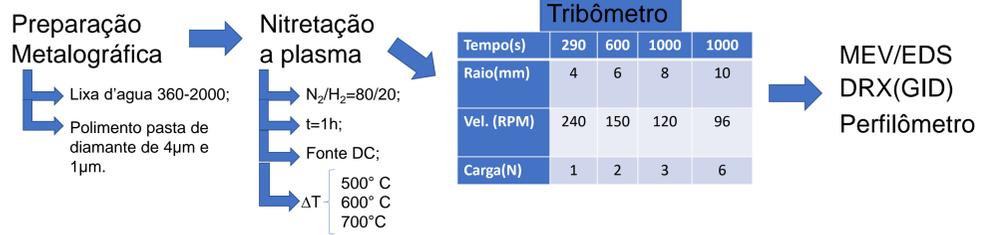
## INTRODUÇÃO

O titânio e suas ligas podem ser utilizados em várias áreas da indústria, desde a química até a biomédica, que exigem materiais com elevada resistência a corrosão, baixa densidade e ótima biocompatibilidade. Entretanto sua baixa resistência ao desgaste limita seu uso [1].

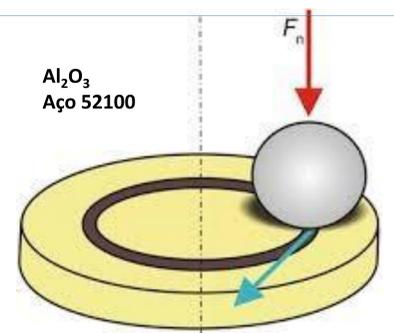
Para melhorar as propriedades de superfície destas ligas utiliza-se a nitretação a plasma, que é um tipo de recobrimento utilizado para reduzir o desgaste de materiais sob atrito. Sabe-se que as fases formadas em diferentes condições de deposição afetam o comportamento de coeficiente de atrito e razão de desgaste, mas estudos detalhados identificando estas combinações são escassos na literatura [2-4].

Neste trabalho, o comportamento tribológico da liga Ti-6Al-4V nitretada a plasma em diferentes temperaturas foi avaliado em ensaios tribológicos do tipo esfera-sobre-disco. Os mecanismos de desgaste adesivo e abrasivo foram dominantes nas imagens de microscopia eletrônica de varredura das trilhas de desgaste.

## MATERIAIS E MÉTODOS



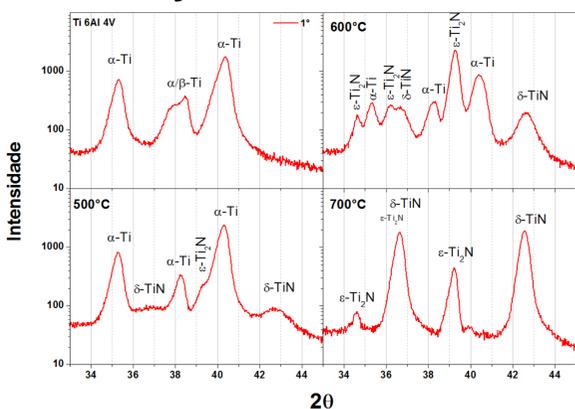
Sistema de nitretação (câmara, fonte DC, válvulas e controladores de fluxo)



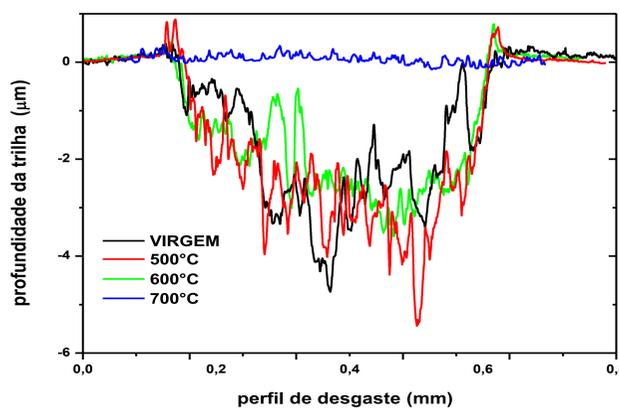
ensaio esfera-sobre-disco (ball-on-disc)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Difração de raios X – GID

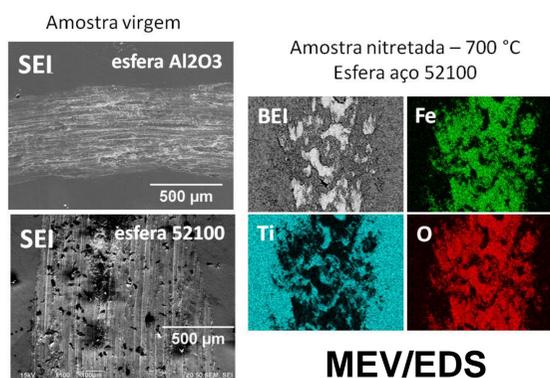


### Perfil de desgaste



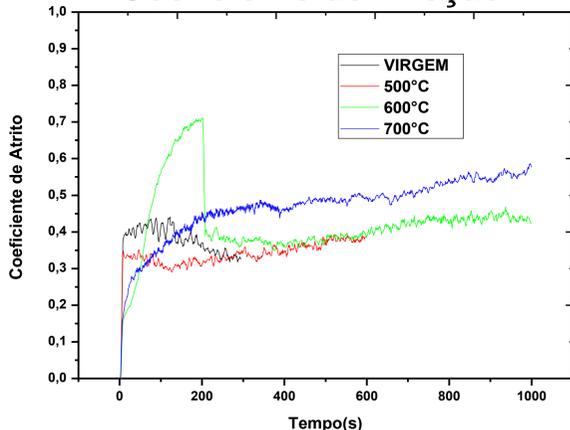
### Desgaste

	VIRGEM	500° C	600° C	700° C
Área Trilha	9,34x10 <sup>-6</sup> cm <sup>2</sup> (t=290s)	2,69x10 <sup>-5</sup> cm <sup>2</sup> (t=600s)	3,45x10 <sup>-5</sup> cm <sup>2</sup> (t=1000s)	∅ (t=1000s)



MEV/EDS

### Coefficiente de Fricção



Seção transversal da amostra de Ti6Al4V nitretada mostrando as diferentes fases.

## CONCLUSÕES

- A difração de raios X permite identificar a formação na superfície das fases  $\delta$ -TiN e  $\epsilon$ -Ti<sub>2</sub>N em todas as temperaturas;
- Utilizando esfera de aço 52100 nos ensaios de esfera-sobre-disco, observa-se que o principal mecanismo de desgaste é adesivo, ocorrendo a transferência de material do aço para a camada nitretada;
- Utilizando esfera de alumina, observa-se que o principal mecanismo de desgaste é abrasivo, removendo material dos dois corpos;
- As imagens de MEV no modo de elétrons secundários, das trilhas de desgaste das amostras virgens demonstram a baixa resistência abrasiva das ligas de TiAlV, independente da esfera utilizada nos ensaios de atrito;
- As amostras nitretadas a 700°C não apresentaram desgaste mensurável nos ensaios que utilizaram as mesmas cargas e tempos de ensaio das outras amostras;
- As imagens de MEV e mapas de raios X mostram a transferência de material da esfera de aço 52100 para a superfície nitretada;
- Os resultados mostram a eficiência do processo de nitretação a plasma para atuar como revestimento de proteção em aplicações que incluem desde próteses até a indústria aeronáutica.

## REFERÊNCIAS

- [1] She D, Yue W, Fu Z, Wang C, Yang X, Liu J. "Effects of nitriding temperature on microstructures and vacuum tribological properties of plasma-nitrided titanium". Surface and Coatings Technology. **2015**; 264: 32-40
- [2] Lima SC. "Desenvolvimento de um sistema de nitretação a plasma e investigação da influência da temperatura e composição da atmosfera na nitretação da liga Ti-6Al-4V". 2010. Dissertação de Mestrado - Instituto de Física-UFRGS, Porto Alegre, 2010.
- [3] El-Hossary FM, Negm NZ, El-Rahman AMA, Raaif M, Seleem AA, El-Moula AAA. "Tribo-mechanical and eletromechanical properties of plasma nitriding titanium". Surface and Coatings Technology. **2015**, 276: 658-667
- [4] Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE. "Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine". Academic Press, Toronto, 1996

