



## **ESTUDO DA ADESIVIDADE DE REVESTIMENTOS EM FERRAMENTAS DE USINAGEM ATRAVÉS DE ESCLEROMETRIA DE CARGA PROGRESSIVA**

*Thiago França Reges<sup>1</sup>, Luis Eduardo Rodrigues Vieira<sup>2</sup>, Guilherme de Oliveira Castanheira<sup>3</sup>, Leonardo Rosa Ribeiro da Silva<sup>4</sup>, Wisley Falco Sales<sup>5</sup>.*

**RESUMO:** A utilização de revestimentos permitiu um aumento significativo na vida útil das ferramentas de corte. Isso acontece pois, os revestimentos apresentam, em geral, uma dureza muito superior ao substrato, aumentando a resistência da ferramenta ao desgaste. A adesividade do revestimento é crucial para seu bom funcionamento, pois uma vez desprendido da ferramenta este revestimento deixa de cumprir sua função e pode acelerar o desgaste da ferramenta,. O objetivo deste trabalho é investigar a adesividade de revestimentos de nitreto de titânio (TiN) e nitreto de titânio e alumínio (TiNAl) em ferramentas de metal duro (WC-Co). Como método de avaliação foi utilizado teste de esclerometria linear com carga progressiva, sendo utilizado como indentador um cone de diamante utilizado em ensaios de dureza Rockwell C. Os corpos de prova foram riscados com carga variando entre 5-40 N, por distância de 3.5 mm, foi observado que o revestimento de TiNAl obteve menor adesividade .

**PALAVRAS-CHAVE:** Esclerometria linear, Ferramentas de corte, adesividade do revestimento

## **STUDY OF THE ADHESIVITY OF COATINGS IN MACHINE TOOLS THROUGH PROGRESSIVE LOAD SCLEROMETRY**

**ABSTRACT:** The use of coatings lead to a significant increase in the cutting tools life. this can be explained by the fact tha coatings, in general, have a hardness much higher than the substrate, increasing the tool wear resistance. The adhesiveness of the coating is crucial for its effectiveness, once it is detached from the tool, this coating not only fails to fulfill its function but can also accelerate tool wear. This work aims to investigate the adhesiveness of titanium nitride (TiN) and titanium and aluminum nitride (TiNAl) coatings in cemented carbide (WC-Co) tools. As a method of evaluation were used linear sclerometry tests with progressive load, using a Rockwell C stylus as indenter. The work pieces were scratched with load varying from 5-40 N, for a distance of 3.5 mm, it was observed that the TiNAl coating obtained lower adhesiveness.

**KEY-WORDS:** Linear Sclerometry, Machining Tools, coating adhesiveness

### **INTRODUÇÃO**

Os revestimentos são amplamente utilizados em ferramentas de usinagem, tendo como principal finalidade o aumento na vida útil da ferramenta. Isso se deve ao fato de que sua aplicação aumenta a dureza superficial da ferramenta, reduzindo assim o atrito e o desgaste na interface cavaco/ferramenta, resultando em menores esforços e temperaturas

de usinagem.

Teles (2014) utilizou testes de esclerometria com carga progressiva para avaliar revestimentos de CrAlSiN. O comprimento dos riscos foram de 5mm e uma carga progressiva de 0 a 13N. Através destes ensaios foi possível avaliar a carga crítica para o aparecimento de trincas nos revestimentos, tendo assim uma ideia da tenacidade a fratura dos mesmos.

LU P. Et al (2011) realizou a investigação de materiais revestidos com diamante quanto à sua adesividade. O material utilizado foi carboneto de tungstênio revestido com diamante os teste foram feitos através de 5 cinco riscos com com variação de cargas distintas sendo de 0 a 10, de 0 a 15, de 0 a 20, de 0 a 25 e de 0 a 30N com o comprimento de 5mm, através dos testes pode-se observar aumento na acústica com a delaminação do revestimento no ponto de 4,3N e pode avaliar a adesividade do diamante em peças.

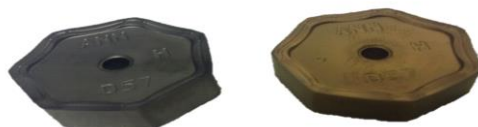
LU P,Et al(2014) O material investigado foi metais duros revestidos com diamante, o teste de esclerometria foi realizado 3 vezes com cargas variando de 0N até o máximo de 50N o comprimento dos testes foram de 3mm . A partir desses testes concluiu-se que aos 17N ouve o início da fissura do revestimento e aos 35N chegou a ter contato com o substrato, logo podendo determinar quando revestimentos de diamante fissuram e entram e contato com substrato.

O objetivo desse trabalho é verificar a adesividade de revestimentos de nitreto de titânio (TiN) e nitreto de titânio e alumínio (TiAlN) em ferramentas de metal duro (WC-Co), visto que a baixa adesividade tem influência direta na vida útil da ferramenta. A adesividade foi avaliada por meio de esclerometrias lineares de carga progressiva, sendo os esforços resultantes do risco avaliados juntamente com imagens obtidas por microscópio eletrônico de varredura (MEV).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Nos testes foram investigadas as ferramentas ilustradas na Figura 1, sendo a Ferramenta A (*Figura 1.a*) de classe 25 revestida de TiAlN e a Ferramenta B (*Figura 1.b*) de classe 35 revestida de TiN.

**Figura 1** – Ferramentas avaliadas nos testes de esclerometria linear



(a)

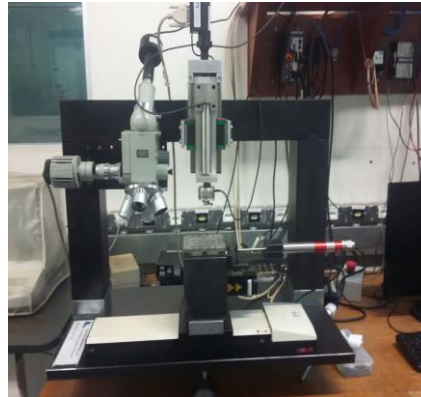
(b)

. (a) XNHF0906ANN-D57 WKK25S; (b) XNHF0906ANN-D57 WKP35G.

Os experimentos foram realizados em um tribômetro universal (*Figura 2*), possuindo as mesas x y e z com precisão de 0.1  $\mu\text{m}$ , um atuador piezelétrico (PZT) com 120

$\mu\text{m}$  de curso e  $2.4 \mu\text{m}$  de precisão, sensor de posição LVDT com resolução de  $7.87 \text{ mV/m}$  e uma célula de carga com amplitude de  $0.02\text{-}120\text{N}$ . Como parâmetros de teste foram utilizados um indentedor cônico de diamante modelo Rockwell C, uma carga progressivamente variável de  $5\text{-}40 \text{ N}$  em uma distância deslizada de  $3,5 \text{ mm}$ . Em cada ferramenta foram realizados 3 riscos, a fim de aumentar a confiabilidade dos resultados encontrados.

**Figura 2** – Tribômetro universal utilizado nos testes.

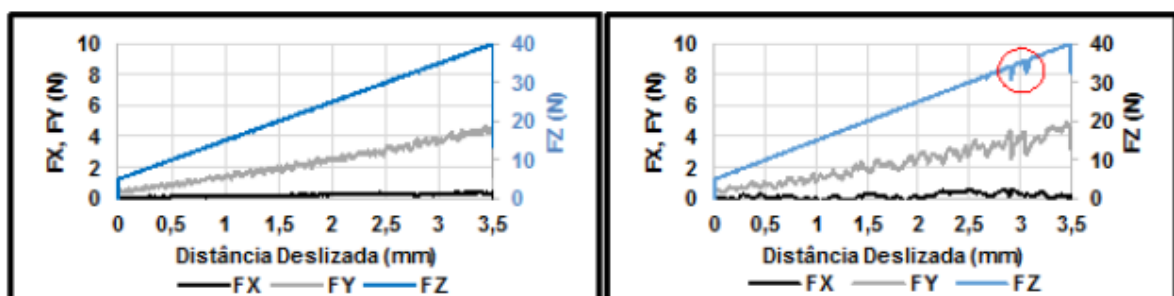


Após os experimentos, as amostras foram analisadas por Microscópio eletrônico de varredura (MEV) para verificar a adesividade do revestimento, sendo esses resultados comparados aos gráficos de força e deslocamento gerados pelo tribômetro.

## RESULTADOS

A relação entre os esforços nos eixos X, Y e Z durante os riscos em função da distância deslizada para ambas as ferramentas é ilustrado na *Figura 3*. As curvas de força para os três eixos nos testes para a Ferramenta A (*Figura 3.a*) apresentam uma maior variação de força resultantes que os ensaios equivalente na Ferramenta B (*Figura 3.b*). A região assinalada em vermelho na *Figura 3.b* indica grandes oscilações na força Z, sendo este fato provavelmente causado pelo desprendimento de grandes porções do revestimento.

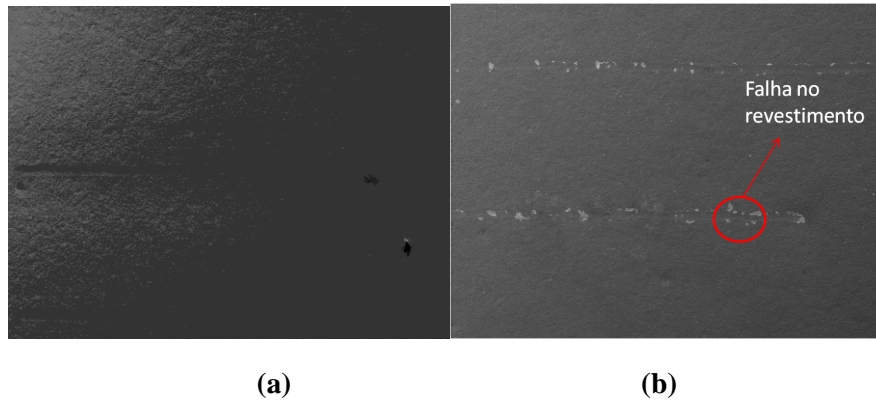
**Figura 3** – Relação entre esforços e distância do risco para: (a) Ferramenta A; (b) Ferramenta B.



(a)

(b)

**Figura 4** – Microscópio eletrônico de varredura para os testes realizados na: (a) Ferramenta A; (b) Ferramenta B.



## CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados neste trabalho pode-se concluir que a esclerometria linear com carga variável utilizando um indentador cônico de diamante Rockwell C é efetiva na comparação da adesividade de diferentes revestimentos. O revestimento de TiN apresentou uma menor adesividade, comprovada tanto pelos gráficos de força e deslocamento como pelas fotos de MEV.

## BIBLIOGRAFIA

**Machado.A.R**, Teoria Da Usinagem Dos Materiais, EDGARD BLUCHER, 2009

**Lu.P**, Interface characterizations of diamond-coated tools by scratch testing and simulations, Elsevier, 25/12/2011

**Lu.P**, Interface delamination study of diamond-coated carbide tools considering coating fractures, Elsevier, 15/12/2014

**Teles.C.V**, Desgaste abrasivo de revestimentos cralsin multicamada/gradiente, Universidade Federal de Uberlândia, 03/08/2014