

# SINTERIZAÇÃO DE WC-CO COM ATMOSFERA DE ARGÔNIO, PREPARADO EM MOINHO ATRITOR

Torres, C.S. <sup>(1)</sup>; Schaeffer, L. <sup>(2)</sup>

Av. Bento Gonçalves, 9500 - CEP: 91501-970, Porto Alegre – RS

[camila.torres@ufrgs.br](mailto:camila.torres@ufrgs.br)

Laboratório de Transformação Mecânica – UFRGS

## RESUMO

*As características do WC-Co (metal duro) são elevadas dureza, elevada resistência à compressão e ao desgaste, além de boa condutividade elétrica e térmica. Neste trabalho foi utilizado moinho atritor com esferas de alumina para obtenção de uma liga homogênea. A composição WC-Co foi preparada no moinho atritor da marca NETZSCH por 5 horas e após este processo peneiradas em peneira vibratória. As amostras foram compactadas em matriz cilíndricas de 13 mm de diâmetro e sinterizadas a 1300 °C em forno resistivo com atmosfera de argônio por 8 horas.*

Palavras-chave: metal duro, moagem de alta energia, sinterização, MEV.

## INTRODUÇÃO

Carbeto de tungstênio foi descoberto por Henri Moissan em 1893 durante sua pesquisa por um método de fabricação de diamantes sintéticos (1). Moissan descobriu que a dureza do WC é comparável com a do diamante. Este material, no entanto mostrou-se tão frágil que seu uso comercial foi limitado. Posteriormente, pesquisas feitas nos anos 20 por Karl Schröter focaram em promover tenacidade, sendo ainda realizadas contribuições significantes para o desenvolvimento de carbeto cementados. Empregando cobalto (Co) como material aglutinante, Schröter desenvolveu um processo de compactação e sinterização para metal duro (WC-Co) que é amplamente usado na produção de compostos de WC-Co. Muitos dos

desenvolvimentos feitos posteriormente são modificações do processo de Schröter, envolvendo substituição de parte ou todo WC com outros carbeto, como carbeto de titânio (TiC), carbeto de tântalo (TaC) e carbeto de nióbio (NbC) (1).

O metal duro WC-Co é um material de grande importância tecnológica, tendo como principais utilizações, matrizes de trefilação, pastilhas de corte e peças que necessitam de alta resistência ao desgaste. Utilizado na área de corte de metais, madeira e plástico, na área de conformação, de usinagem e também como matéria-prima para fabricação de peças resistentes ao desgaste.

A tecnologia da metalurgia do pó baseia-se na compactação de pós em moldes metálicos e sinterização da peça por aquecimento controlado. O resultado é um produto com a forma desejada, bom acabamento de superfície, composição química e propriedades mecânicas controladas (2). O processo da metalurgia envolve quatro etapas fundamentais: obtenção, mistura, compactação e sinterização dos pós.

Este material é produzido atualmente nas indústrias por metalurgia do pó através da sinterização com fase líquida, partindo da mistura dos pós de carbeto de tungstênio (WC) e de cobalto (Co) em moinho convencional entretanto a moagem de pós em moinhos especiais são capazes de imprimir alta energia cinética aos corpos de moagem, produzindo efeitos nas partículas que são ausentes nas técnicas convencionais de moagem(3).

A obtenção do metal duro WC-Co, necessita da sinterização por fase líquida do pó de carbeto de tungstênio com o pó de cobalto, à temperatura de aproximadamente 1400 °C na qual o cobalto se torna líquido e difunde pela estrutura atingindo a homogeneidade e a densidade desejadas.

O percentual de cobalto ou da fase matriz está diretamente relacionado com as propriedades finais do metal duro que se deseja obter, de forma que quanto maior a quantidade desse elemento no material, menor sua dureza e maior sua tenacidade à fratura. A maior presença de cobalto no metal duro diminui as propriedades relacionadas à fase cerâmica e aumenta as propriedades relacionadas à fase metálica (4).

O presente estudo teve como objetivo principal a utilização de um moinho atritor para obtenção de uma mistura homogênea e também o estudo da sinterização do material a uma temperatura inferior a usual. O processo de conhecimento sobre sinterização é uma questão essencial para o desenvolvimento de metal duro e suas técnicas de produção. Uma composição de WC-20Co foi

preparada no moinho atritor da marca Netzsh em temperatura ambiente com atmosfera de argônio e após este processo o pó foi peneirado e seco. As amostras foram compactadas em matriz cilíndrica e sinterizadas a 1300°C sob atmosfera de argônio. Os pós de WC e Co foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Pós elementares de alta pureza foram utilizados inicialmente para preparar a mistura de WC-20Co: WC (99p%, pó irregular, <400mesh) e Co (99.5p%, pó esférico, <400 mesh).

Um lubrificante sólido orgânico foi adicionado à mistura dos pós. Neste caso a parafina usada como lubrificante tem como objetivo diminuir o atrito entre as partículas de pó e entre o pó e a matriz (5).

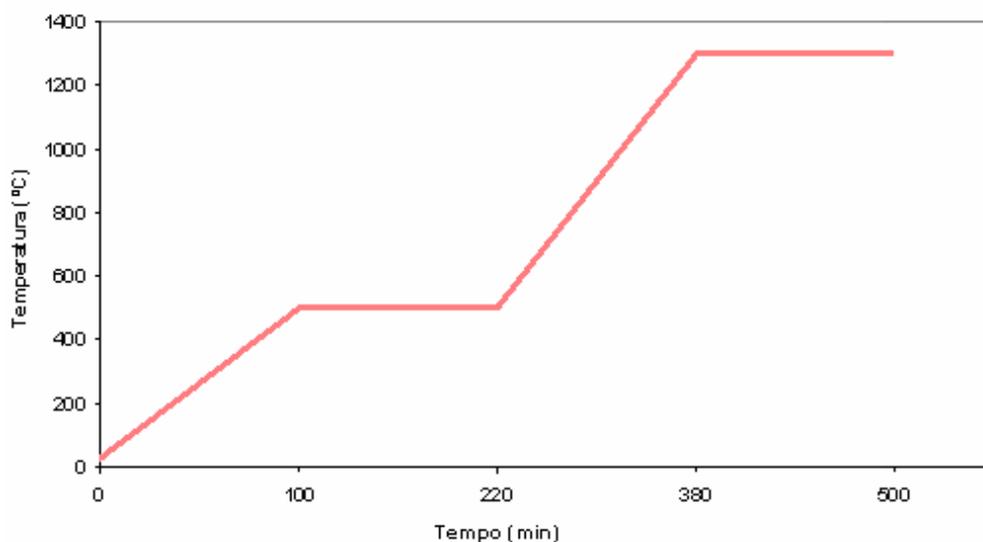
O processo de moagem é executado em um moinho atritor da marca Netzsch, mostrado na figura 1. A moagem foi realizada com atmosfera de argônio por um período de 5 horas. Foram empregadas esferas de alumina (10, 12 e 14 mm de diâmetro) como corpos de moagem. A rotação usada foi de 800 rpm e uma relação de peso esferas/pós de 5:1. Após este processo os pós foram peneirados e secos a 60°C.



**Figura 1.** Moinho atritor da marca Netzsch.

As amostras de WC-20Co foram compactadas em matriz cilíndrica com 13 mm de diâmetro, a pressões de 300MPa. As amostras compactadas foram sinterizadas

em forno resistivo em atmosfera de argônio. A sinterização obedeceu ao perfil de temperatura apresentado na figura 2.

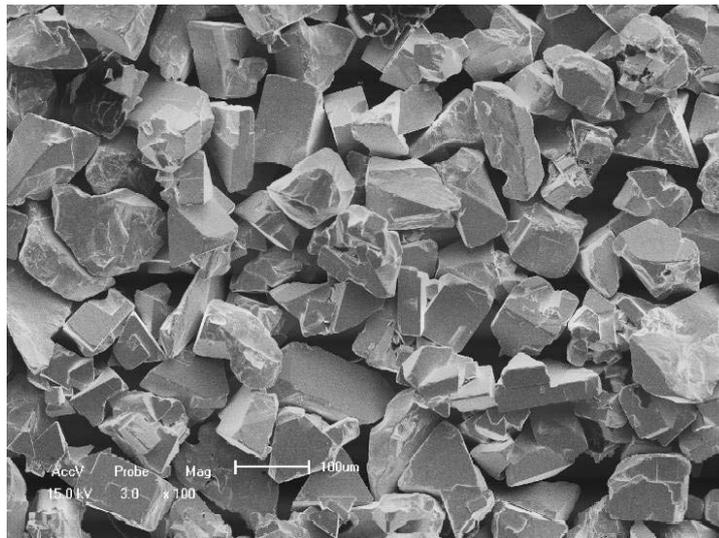


**Figura 2.** Perfil de temperatura utilizado na sinterização das amostras.

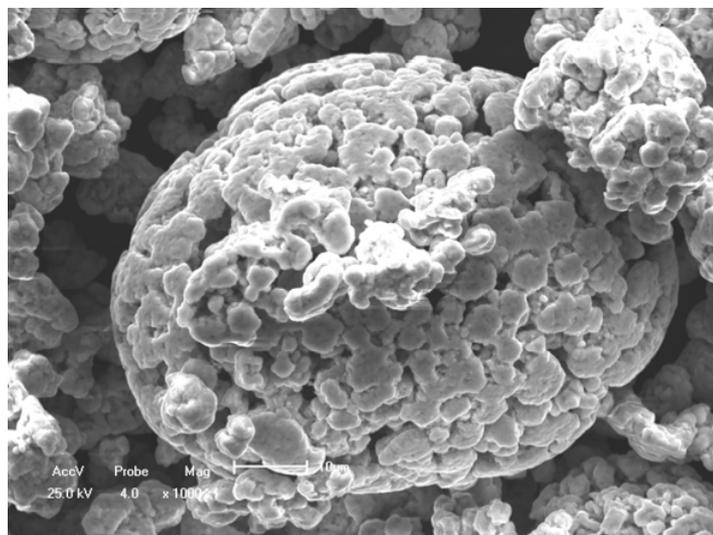
Com a análise microestrutural pode-se verificar a morfologia das amostras. Foi utilizado um microscópio eletrônica de varredura (MEV), marca Shimatzu modelo SSX-550. Uma análise química também foi realizada via EDS (*Energy Dispersive System*) que permite determinar a composição qualitativa e semi-quantitativa das amostras, a partir da emissão de raios X característicos (6).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 e 4 mostra a micrografia dos pós elementares WC e Co respectivamente. A figura 4 mostra a micrografia da amostra compactada e a figura 6 a micrografia da amostra sinterizada.

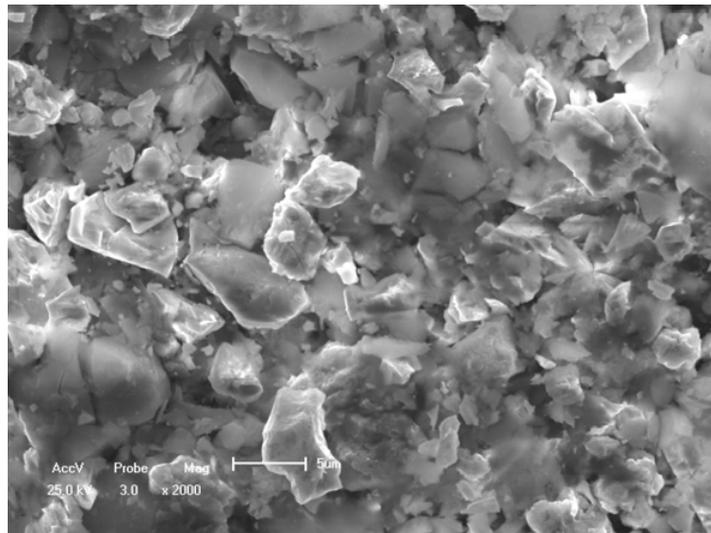


**Figura 3.** Micrografia do pó de WC.

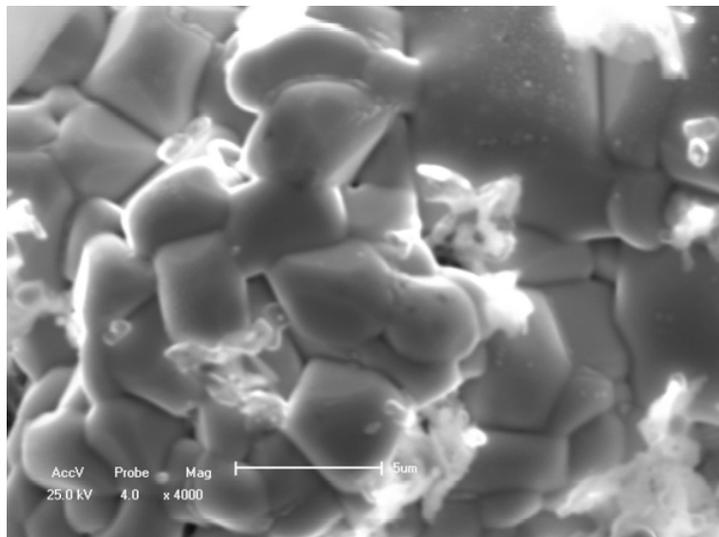


**Figura 4.** Micrografia do pó de Co

Nas micrografias é possível confirmar a forma irregular do pó de WC (Figura 3) e a forma esférica do pó de Co (Figura 4), como fornecida pelo fabricante.

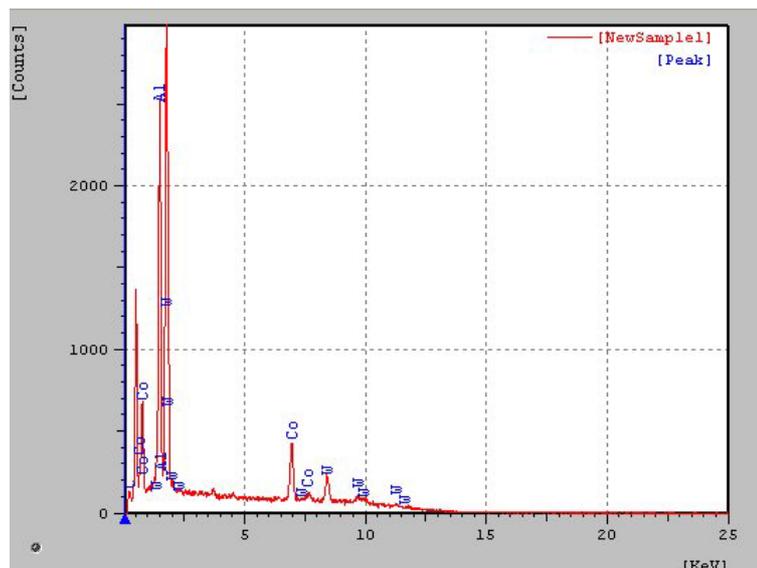


**Figura 5.** Micrografia da amostra de WC-20Co compactada.



**Figura 6.** Micrografia da amostra sinterizada.

A figura 7 foi obtida através do EDS acoplado ao MEV, onde se pode observar que a amostra sofreu contaminação pelos corpos de moagem de alumina, isso é explicado pela extrema dureza do WC em relação à alumina.



**Figura 7.** EDS da amostra sinterizada.

Para a obtenção de metal duro é necessário a mudança dos corpos de moagem e o aumento na temperatura de sinterização para haver coalescência que é o crescimento de grão de modo a formar um esqueleto sólido de partículas

## CONCLUSÕES

Apesar deste trabalho estar em sua fase inicial é possível fazer conclusões importantes. As amostras sofreram contaminação pelos corpos de moagem de alumina, sendo necessária a modificação por outro material. É imprescindível sinterizar as amostras a temperaturas mais elevadas por isso apenas um início de sinterização pôde ser observado nas amostras. Para obter um material com propriedades desejáveis como elevada dureza, estão sendo realizados estudos no Laboratório de Transformação Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP, ao CNPq e a empresa IMER pelo apoio no desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

1. KIM Chang-Soo. **Microstructural-Mechanical Property Relationships in WC-Co Composites**. 2004, 214p. Ph. D Tesis. University Pittsburgh, USA.
2. BRITO F. I. G.; MEDEIROS K. F.; LOURENÇO J. M. **Um Estudo Teórico Sobre a Sinterização na Metalurgia do Pó**. Holos, Ano 23, v. 3. p. 204-211, 2007.
3. MILHEIRO Francisco. **Produção e Caracterização de Pós Compósitos Nanoestruturados do Metal Duro Wc-10Co por Moagem de Alta Energia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense.
4. Zhengui, Y., Stiglich, J. J., Sudarshan, T. S., (1998). **“Nano-grained Tungsten Carbide Cobalt (WC/Co)”**. Materials Modification, Inc. 2929 Eskridge Road, P-1.
5. GALIOTTO A. **Estudo da Sinterabilidade de Materiais Ferrosos Contendo Elevados Teores de Sulfetos como Aditivos**. 2005. Dissertação. (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Federal de Santa Catarina.
6. DUARTE L. C.; JUCHEM P. L.; PULZ G. M.; BRUM T. M.; CHODUR N.; LICCARDO A.; FISCHER A. C.; ACAUAN R. B. **Aplicações de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Sistema de Energia Dispersiva (EDS) no Estudo de Gemas: exemplos brasileiros**. Pesquisa em Geociências, v.30, n. 2, p.3-15, 2003.

## SINTERING OF WC-CO WITH ARGON ATMOSPHERE, PREPARED IN ATTRITOR MILL

### ABSTRACT

*The characteristics of the WC-Co (hard metal) are high hardness, high resistance to compression and to wear, besides good electrical and thermal conductivity. This work was used attritor mill with beads of alumina for a league homogeneous. The composition WC-Co was prepared in the attritor mill of the mark Netzsch for 5 hours and after this process sieved in a vibrating screen. The samples were compacted in tool die with cylindrical socket of 13 mm of diameter and sintered at 1300 ° C in resistive furnace with argon atmosphere 8 hours.*

Keywords: hard metal, high energy milling, sintering, MEV.