

Introdução

Uma maneira de se aumentar a vida útil de componentes mecânicos é a utilização de revestimentos aspergidos termicamente, que são cada vez mais solicitados quanto à resistência ao desgaste. Revestimentos à base de carbetos de tungstênio-cobalto (WCCo) e níquel-cromo (NiCr) estão entre os mais utilizados em aplicações de desgaste. Esses materiais são compósitos cerâmicos em matrizes metálicas, compostos por uma fase frágil (carbetos), que confere resistência ao desgaste, e uma fase ligante (metal dúctil), que confere elevada tenacidade e resistência ao impacto. Um ganho no desempenho desses revestimentos pode ser alcançado com a utilização de materiais nanoestruturados.

Objetivo

Esse trabalho objetivou sintetizar, caracterizar e aplicar por aspersão térmica HVOF um nanocompósito de WCCoCr/NiCr para uso como revestimento protetor ao desgaste erosivo.

Materiais e Métodos

Materiais:

- WCCoCr comercial (Woka 3652)
- NiCr comercial (Diamalloy 2001)

Métodos:

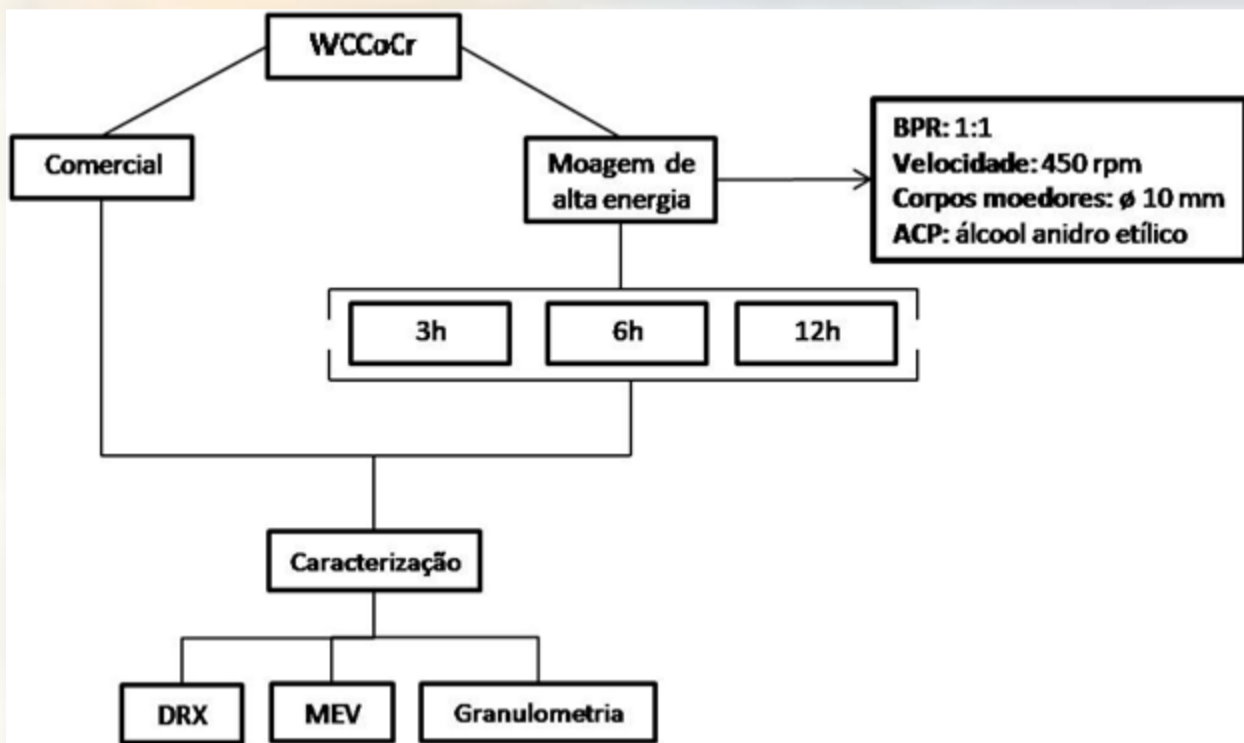


Figura 1: Fluxograma do procedimento experimental adotado na primeira etapa do trabalho.

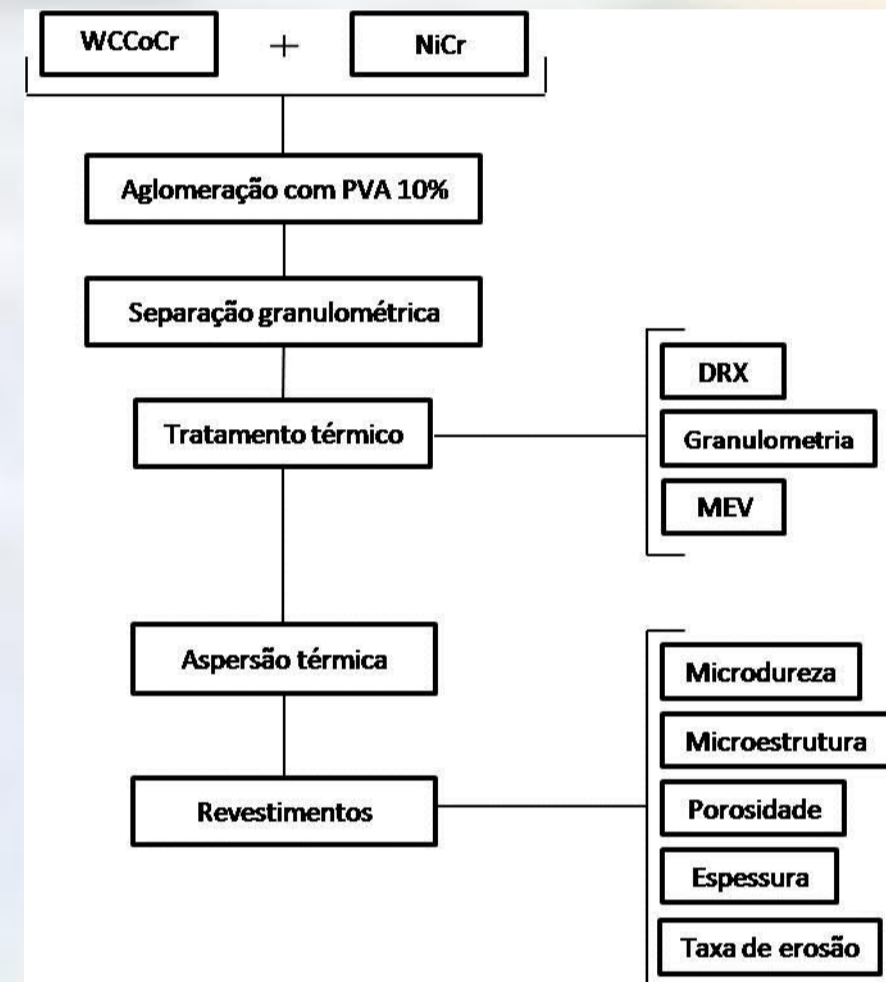


Figura 2: Fluxograma do procedimento experimental adotado na segunda etapa do trabalho.

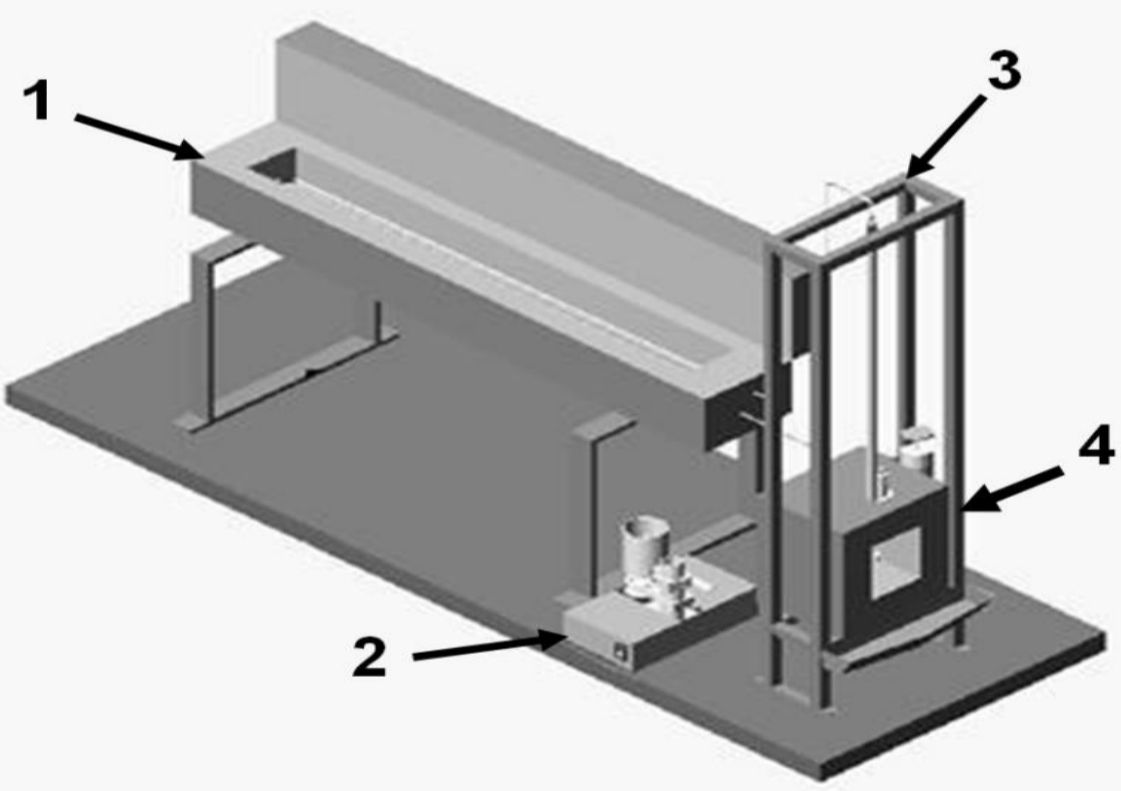


Figura 3: Equipamento utilizado para os ensaios de desgaste erosivo. (1) sistema de pré-aquecimento do ar, (2) sistema de alimentação de partículas erodentes, (3) sistema venturi-acelerador de partículas; (4) forno de ensaios.

Resultados

WCCo PROCESSADO POR MOAGEM DE ALTA ENERGIA

Fases cristalográficas

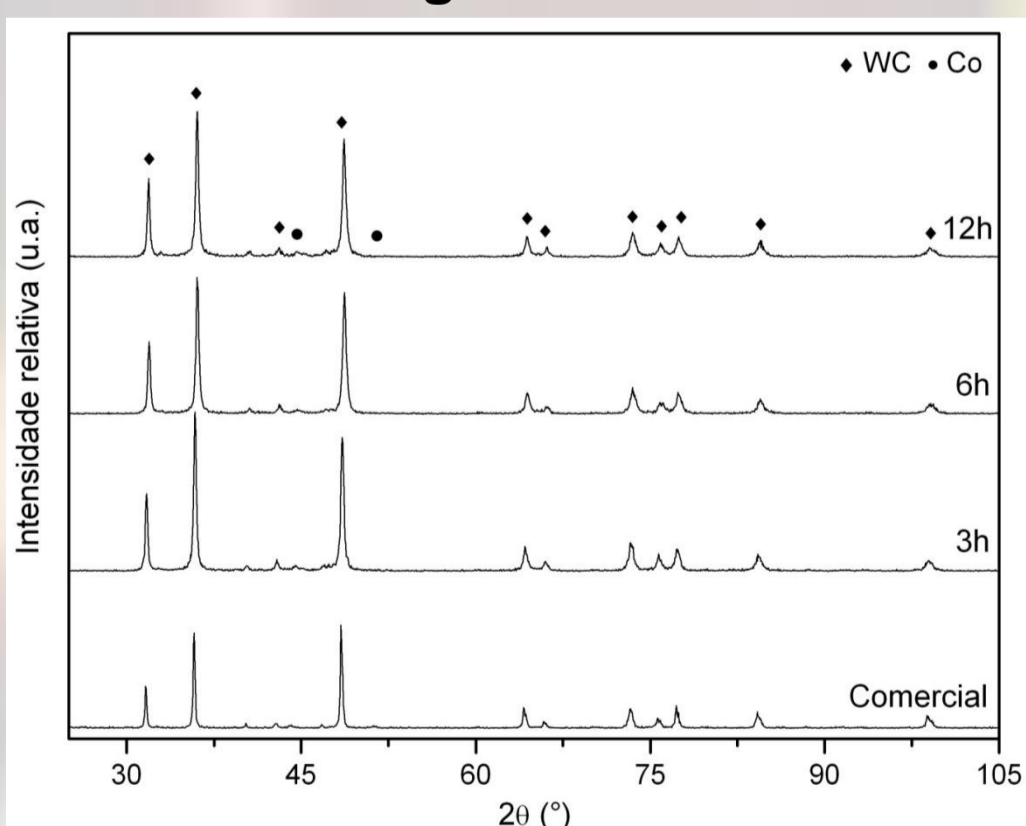


Figura 4: Difratograma de raios X do WCCoCr comercial e após diferentes tempos de moagem.

Tamanho de cristalito

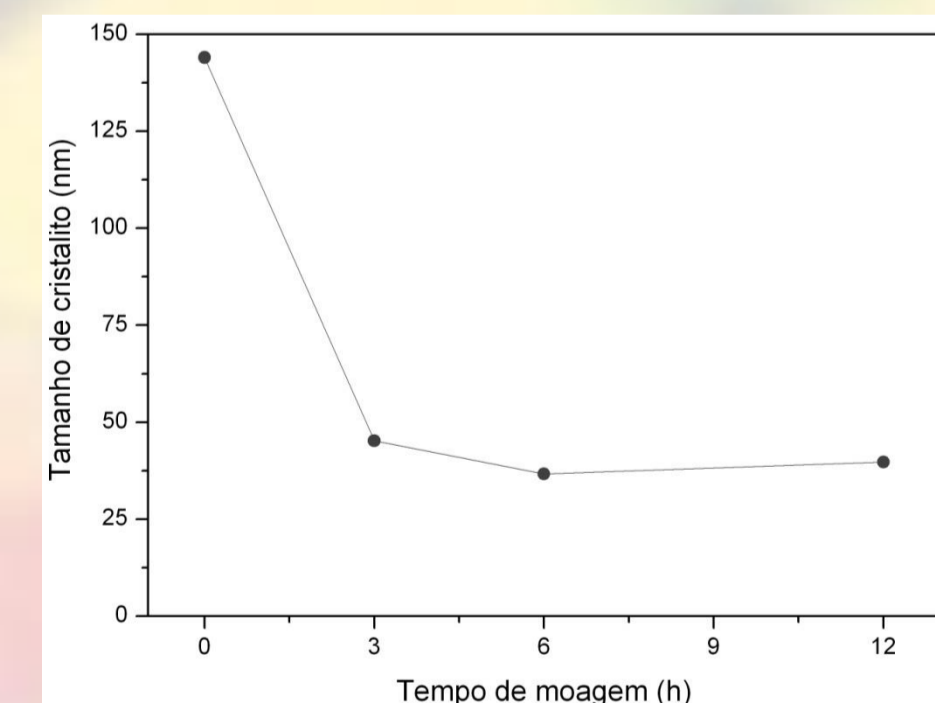


Figura 5: Tamanho de cristalito do WCCoCr em função do tempo de moagem.

Granulometria

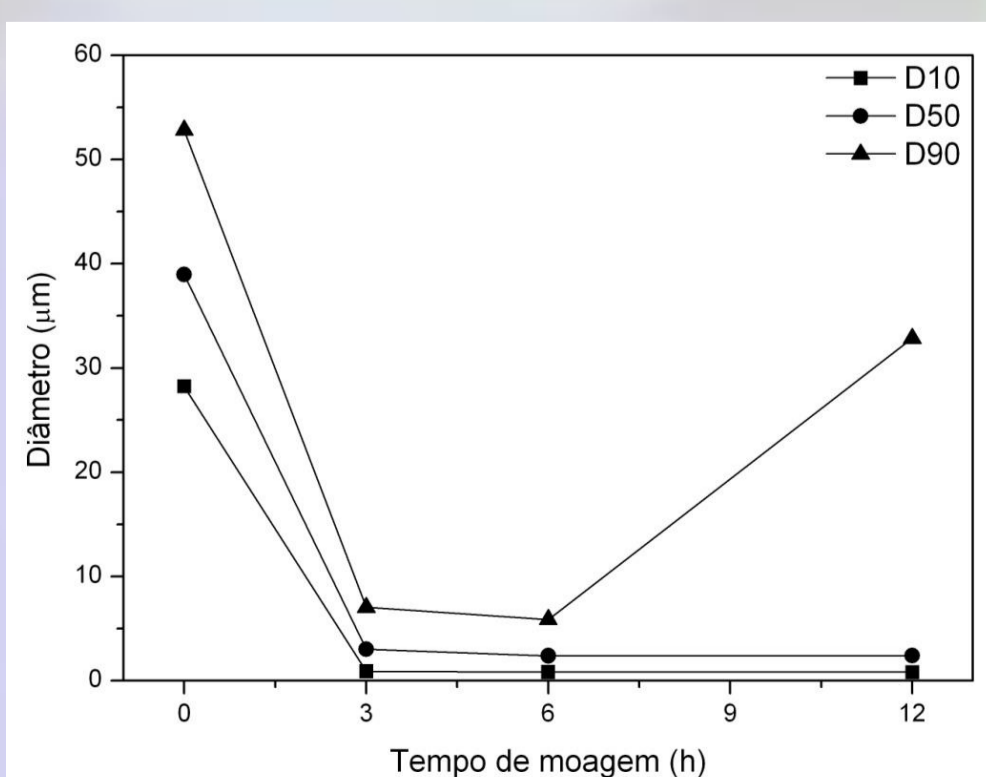


Figura 6: Variação dos valores de D_{10} , D_{50} e D_{90} em função do tempo de moagem.

Morfologia

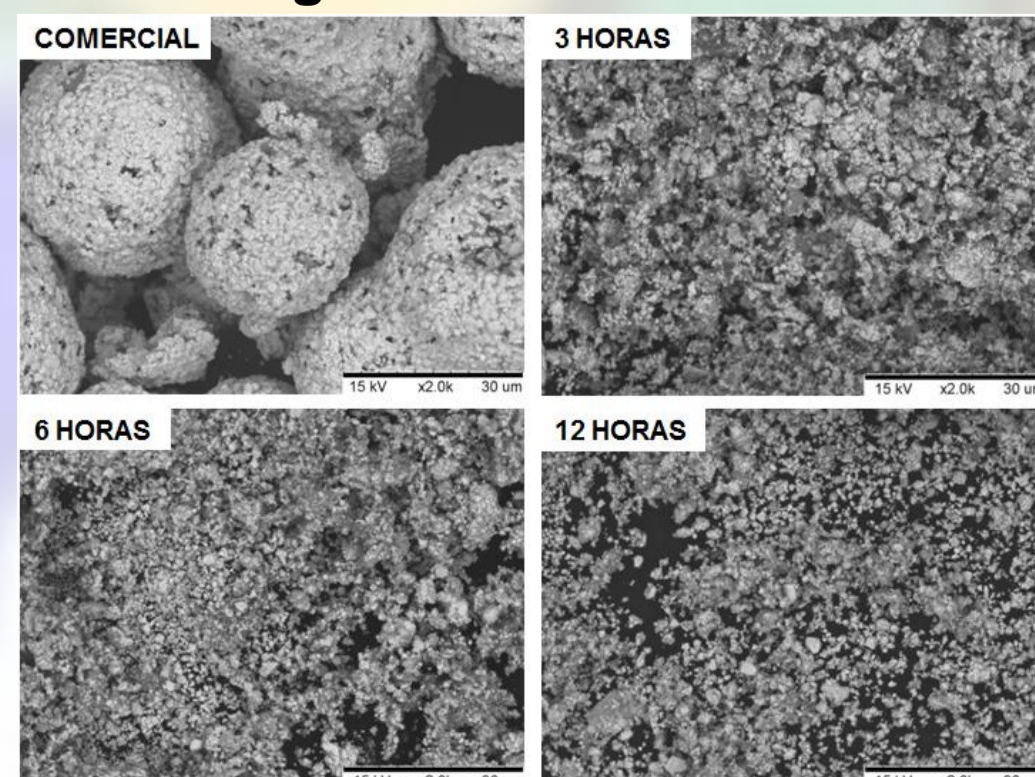


Figura 7: Imagens por MEV para o WCCoCr comercial e após 3, 6 e 12 horas de moagem.

NANOCOMPÓSITOS WCCoCr-NiCr

Fases cristalinas

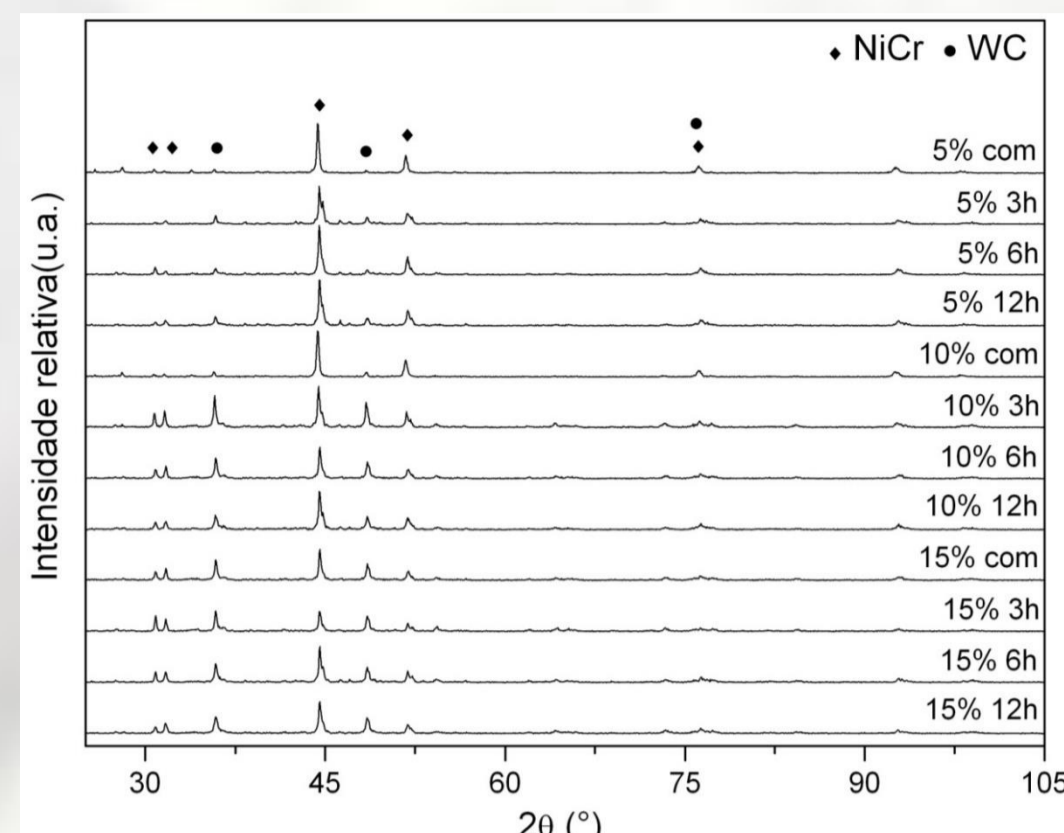


Figura 8: Difratogramas de raios X dos nanocompósitos formados pela adição do WCCoCr ao NiCr.

Granulometria

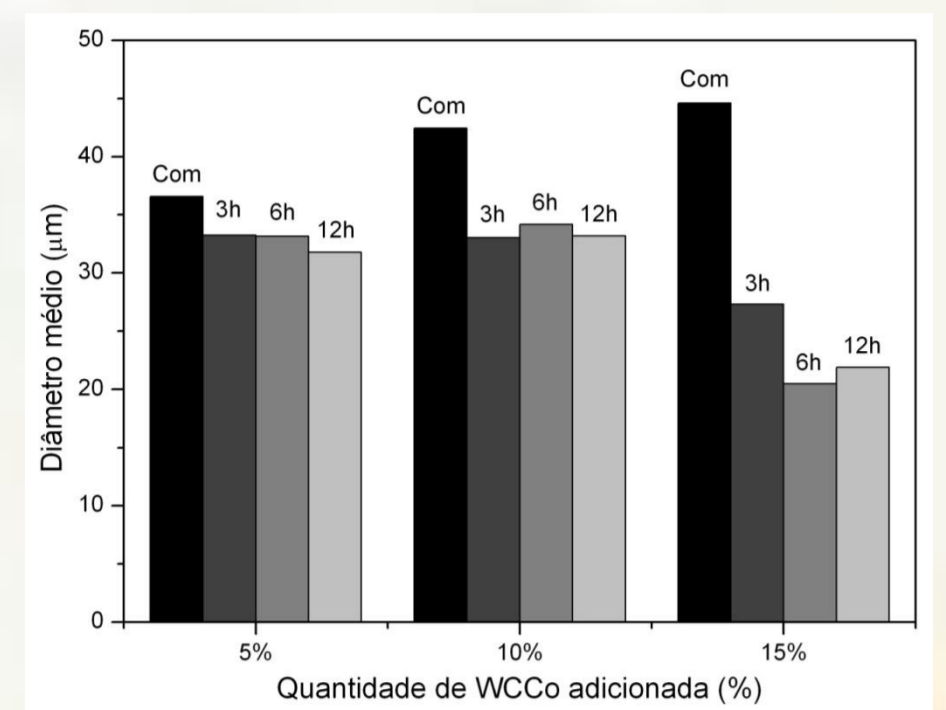


Figura 9: Distribuição granulométrica dos nanocompósitos formados pela adição do WCCoCr ao NiCr.

Morfologia

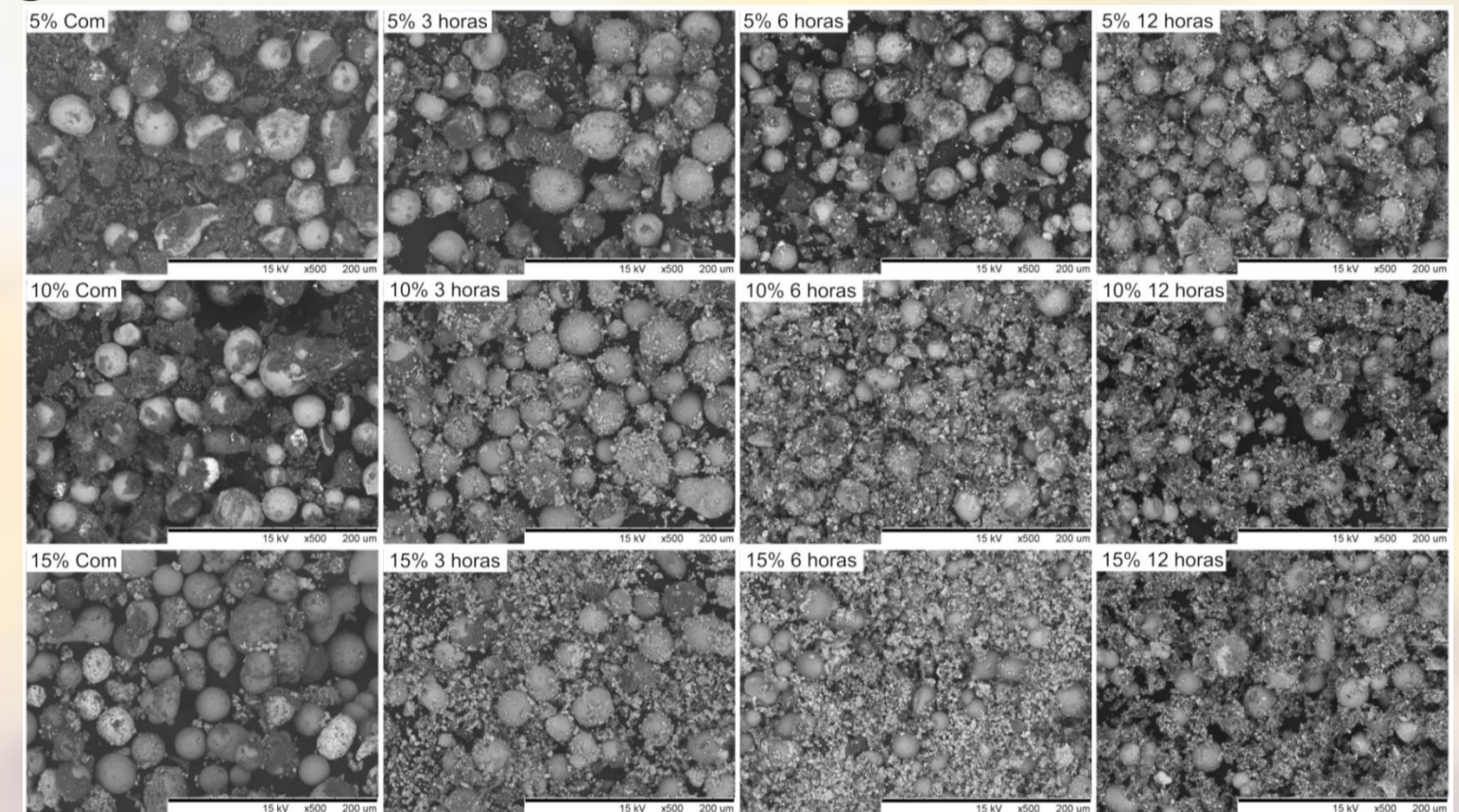


Figura 10: Imagens por MEV dos nanocompósitos formados pela adição de WCCoCr ao NiCr. Linha 1: 5% WCCoCr. Linha 2: 10% WCCoCr. Linha 3: 15% WCCoCr. Coluna 1: Comercial. Coluna 2: 3 horas de moagem. Coluna 3: 6 horas de moagem. Coluna 4: 12 horas de moagem.

REVESTIMENTOS

Microestrutura

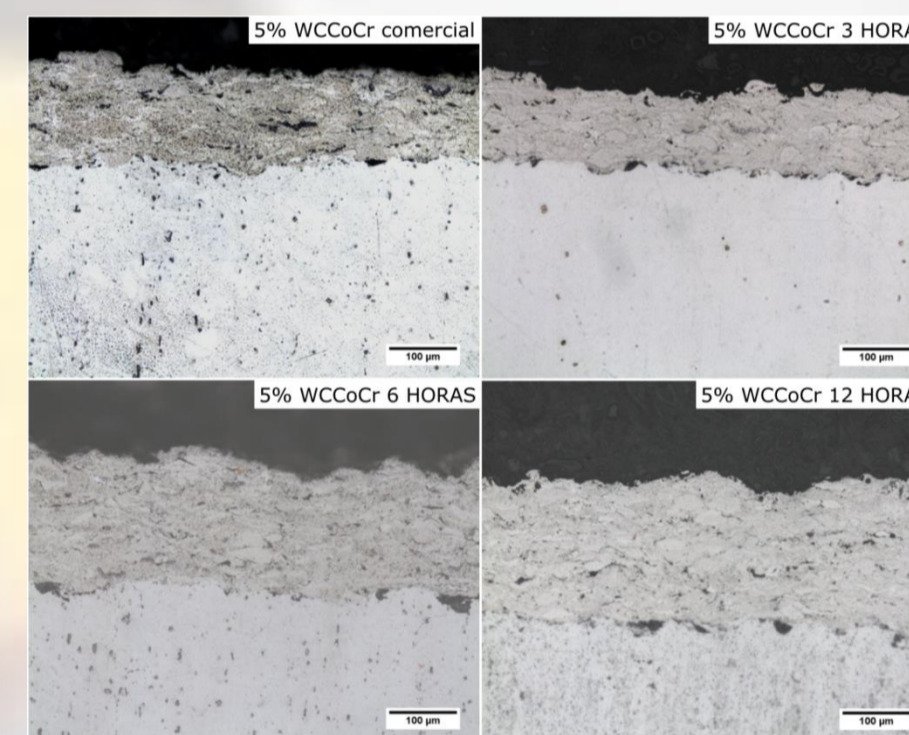


Figura 11: Microestruturas dos revestimentos dos nanocompósitos WCCoCr-NiCr com 5% de WCCoCr comercial e processados por 3, 6 e 12 horas.

Porosidade

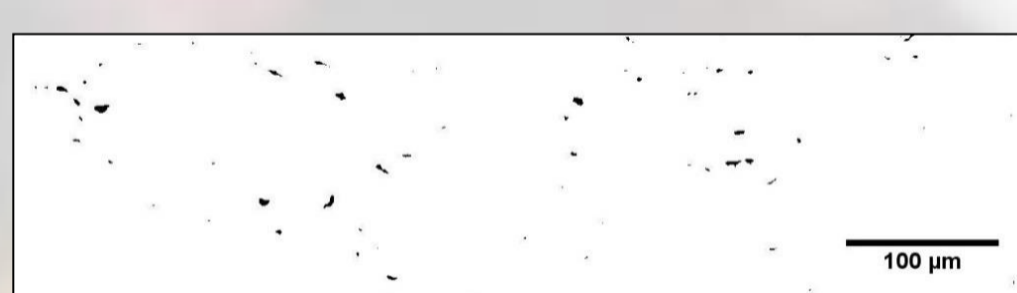


Figura 12: Imagem por microscópio óptico do revestimento obtido com 5% WCCoCr moído por 12 horas.

Espessura

Tabela 1: Espessura média dos revestimentos.

Revestimento	Espessura média (μm)	Desvio padrão
5% WCCoCr comercial	129,8	11,8
5% WCCoCr 3 horas	133,9	8,1
5% WCCoCr 6 horas	205,9	6,6
5% WCCoCr 12 horas	193,9	9,4

Microdureza

Tabela 2: Valores de microdureza dos revestimentos.

Revestimento	Microdureza Matriz (HV)	Microdureza Carbetos (HV)
5% WCCoCr comercial	424	876
5% WCCoCr 3 horas	404	635
5% WCCoCr 6 horas	406	823
5% WCCoCr 12 horas	406	598

Desgaste erosivo

Tabela 3: Taxa de erosão e área desgastada em função do ângulo de ataque.

Revestimento	Ângulo de Ataque ($^\circ$)	Taxa de erosão (Δm)	Área desgastada (mm^2)
5% WCCoCr comercial	30	0,1022	318,8
	90	0,0677	116,7
5% WCCoCr 3 horas	30	0,0516	141,7
	90	0,0651	108,8
5% WCCoCr 6 horas	30	0,0860	218,2
	90	0,0788	112,9
5% WCCoCr 12 horas	30	0,0525	250,4
	90	0,0915	97,1

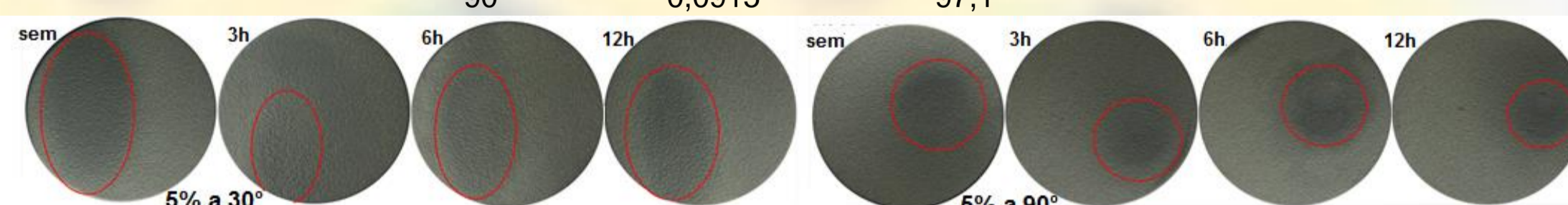


Figura 13: Revestimentos submetidos ao ensaio de erosão. Esquerda: a 30° . Direita: a 90° .

Conclusões

1. O tamanho de cristalito do WCCoCr processado por MAE diminuiu significativamente nas primeiras horas de moagem. 2. A microestrutura dos revestimentos apresentou caráter lamelar, com baixa quantidade de óxidos e porosidade entre 0,5 e 1%. 3. O revestimento composto por NiCr e 5% de WCCoCr moído por 3 horas apresentou microdureza de 635 HV e taxa de erosão 50% menor do que o revestimento comercial no ângulo de 30° .

Agradecimentos

Ao IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, PET-EngMAT, CAPES e CME-UFRGS.