



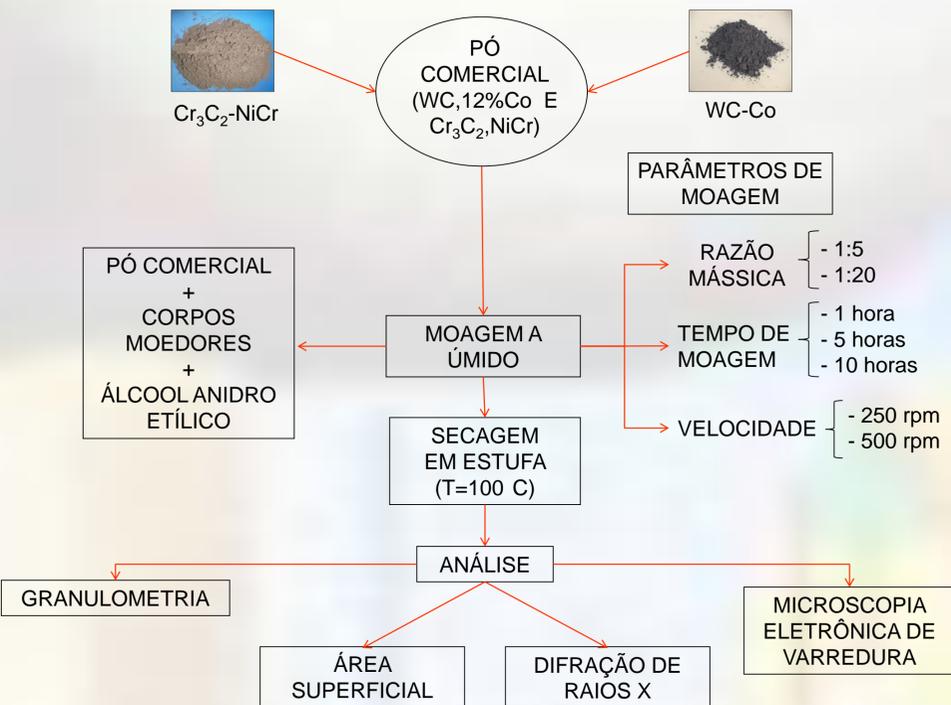
## 1. INTRODUÇÃO

Compósitos de carbeto de tungstênio em matriz de cobalto (WC - Co) e carbeto de níquel/cromo (Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr) são amplamente utilizados – por sua alta dureza, resistência à abrasão, erosão e fratura, além da alta temperatura de trabalho – como revestimentos em ferramentas para usinagem de metais, perfuração e corte de rochas, madeiras e plásticos e em peças sujeitas ao desgaste. As propriedades tecnológicas destes compósitos são fortemente dependentes de sua microestrutura, principalmente pelo tamanho e grau de dispersão da fase de alta dureza.

## 2. OBJETIVOS

- Sintetizar nanocompósitos de WC-Co e Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr através de moagem de alta energia, em um moinho planetário utilizando-se corpos moedores de aço AISI 52100.
- Avaliar a formação de fases e alterações na microestrutura do material em função dos parâmetros de moagem: velocidade e tempo de moagem e razão mássica entre material e corpos moedores.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Difração de Raios X:

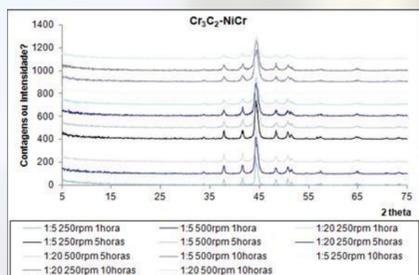
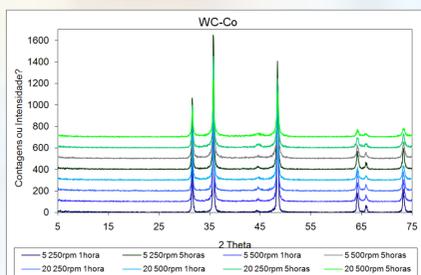


Figura 1: Difrações de Raios X do WC-Co.

Figura 2: Difrações de Raios X do Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr.

Observa-se na **Figura 1** picos de difração correspondentes às fases do carbeto de tungstênio (WC) e do cobalto (Co). Já, na **Figura 2** pode-se notar a presença das fases Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> e NiCr.

**Tabela 1:** tamanho de cristalito (nm) dos nanocompósitos de WC-Co em função da velocidade de rotação.

	250		500	
	1:5	1:20	1:5	1:20
1 hora	51,2	48,3	42,2	27,8
5 horas	41,7	23,5	24,1	13,8
10 horas	34,2	25,3	16,9	13,7

A **Tabela 1** apresenta os tamanhos de cristalito dos pós obtidos de WC-Co. Nota-se uma diminuição do tamanho de cristalito com o aumento do tempo, da velocidade de rotação e da razão mássica.

Através da análise por *Difração de Raios X* associada ao *Método de Single Line* pode-se calcular o tamanho de cristalito dos nanocompósitos.

### 4.2 Área superficial:

**Tabela 2:** área superficial (m<sup>2</sup>/g) dos nanocompósitos de WC-Co em função da velocidade de rotação.

	250		500	
	1:5	1:20	1:5	1:20
1 hora	5,1	5,02	4,837	5,15
5 horas	5,546	5,293	5,95	4,709
10 horas	6,02	5,186	8,176	5,88

**Tabela 3:** área superficial (m<sup>2</sup>/g) dos nanocompósitos de Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr em função da velocidade de rotação.

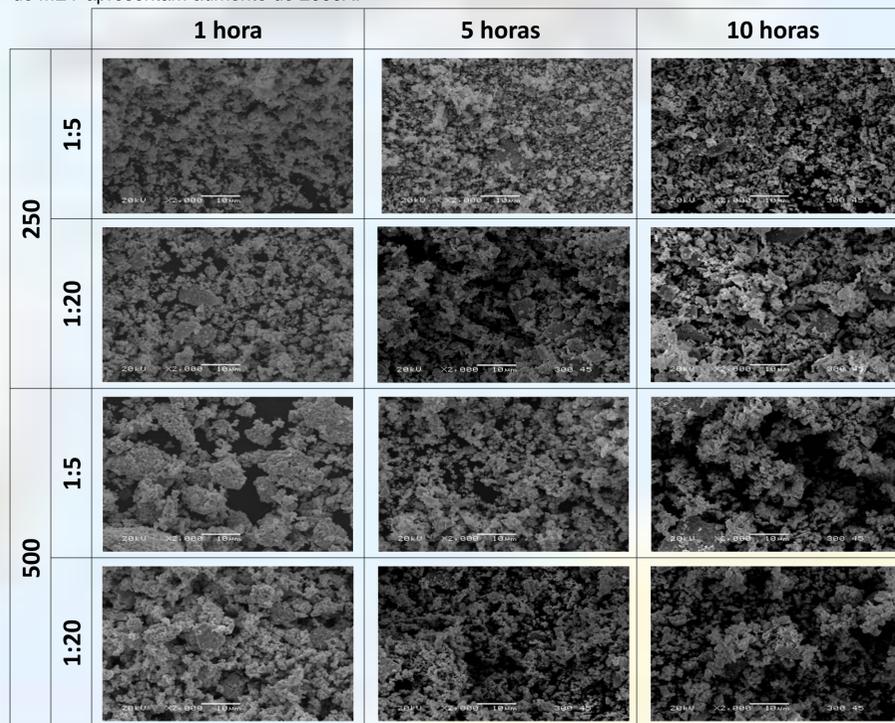
	250		500	
	1:5	1:20	1:5	1:20
1 hora	4,319	3,568	3,710	5,290
5 horas	4,158	3,889	2,556	3,815
10 horas	5,258	4,656	4,197	5,828

A área superficial dos pós obtidos foi medida através da adsorção de nitrogênio, utilizando método de BET.

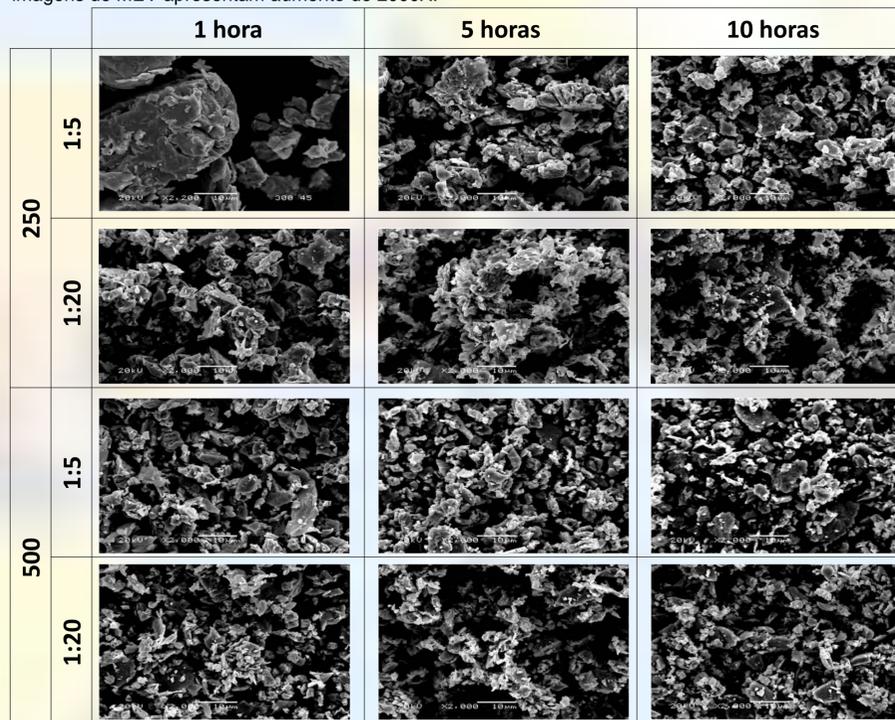
Para o nanocompósito de WC-Co observou-se, conforme a **Tabela 2**, que com o aumento da razão mássica, velocidade de rotação e tempo de moagem há um aumento da área superficial. Um comportamento similar foi observado para os nanocompósitos de Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr, conforme a **Tabela 3**.

### 4.3 Microscopia eletrônica de varredura:

**Tabela 4:** Morfologia das partículas de WC-Co após a moagem, nos parâmetros indicados. As imagens de MEV apresentam aumento de 2000X.



**Tabela 5:** Morfologia das partículas de Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr após a moagem, nos parâmetros indicados. As imagens de MEV apresentam aumento de 2000X.



A partir do MEV das amostras de WC-Co pode-se observar, conforme a **Tabela 4**, que o acréscimo no tempo de moagem diminui o tamanho das partículas de 1h para 5h, em 10h constata-se a aglomeração das mesmas. No que tange a razão mássica, nota-se a maior eficiência neste incremento para 1h de moagem. No caso do Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr, mostrado na **Tabela 5**, constatou-se que o aumento da razão massa/bola, velocidade de rotação e tempo de moagem reduz o tamanho das partículas.

### 4.4 Granulometria:

**Tabela 6:** Tamanho de partícula dos nanocompósitos de WC-Co.

	250		500	
	1:5	1:20	1:5	1:20
1 hora	6,73	1,79	2,79	2,88
5 horas	1,75	1,47	0,93	1,49
10 horas	3,45	3,46	3,35	3,08

**Tabela 7:** Tamanho de partícula dos nanocompósitos de Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr.

	250		500	
	1:5	1:20	1:5	1:20
1 hora	29,57	8,86	9,84	5,61
5 horas	8,99	5,18	4,83	4,06
10 horas	5,46	4,08	4,16	3,99

Conforme a **Tabela 6** o tamanho de partícula dos pós obtidos de WC-Co diminui com o aumento da razão massa/bola e velocidade de rotação. Para o tempo de moagem de 10 horas observa-se um aumento do tamanho de partícula devido à aglomeração das mesmas, ou ao achatamento das partículas metálicas. Já na **Tabela 7**, para os pós obtidos de Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr, observou-se que com o acréscimo da razão massa/bola, velocidade de rotação e tempo de moagem há uma redução do tamanho das partículas.

## 5. CONCLUSÕES

- Foi possível obter nanocompósitos de WC-Co e Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr;
- O tamanho de cristalito dos nanocompósitos de WC-Co diminuiu com o aumento do tempo de moagem, da velocidade de rotação e da razão mássica;
- Para o WC-Co, os melhores resultados foram obtidos com razão mássica de 1:20, tempo de moagem de 5 horas e velocidade de 500rpm.
- As alterações observadas na microestrutura dos pós investigados estão de acordo com as demais caracterizações, como ASE e granulometria.

## 6. AGRADECIMENTOS

- Ao Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura da UFRGS.