

# METAIS REFRACTÁRIOS

---



# MATERIAIS REFRACTÁRIOS

## GENERALIDADES

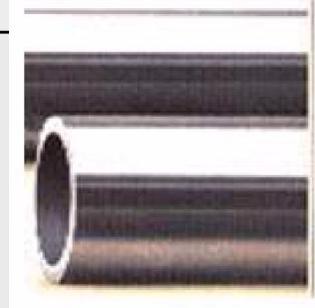
- Definidos como os materiais com temperatura de fusão acima de **1800°C**
  - **Tungstênio - W**
  - **Molibdênio - Mo**
  - **Tântalo - Ta**
  - **Nióbio - Nb**
  - Zircônio, Crômio e Vanádio (geralmente não usados como refractários)
  - Háfnio e Rênio (muito raros)
- Todos possuem elevadas densidades
- Têm baixa ductilidade à temperatura ambiente

ELEMENTO	PONTO DE FUSÃO E DENSIDADE
Tungstênio - W	3410°C (19,3 g/cm <sup>3</sup> )-CCC
Molibdênio - Mo	2617°C (10,22 g/cm <sup>3</sup> )-CCC
Tântalo - Ta	2996°C (16,6 g/cm <sup>3</sup> )
Nióbio - Nb	2468°C (8.57 g/cm <sup>3</sup> )-CCC
Zircônio, Cromo e Vanádio (não usados como refratários)	Zr= 1822°C (6,51g/cm <sup>3</sup> ) -HC Cr= 1875°C (7,19g/cm <sup>3</sup> )-CCC V= 1890°C (6,1g/cm <sup>3</sup> ) - CCC
Rênio (RARO)	3180° C (21,2 g/cm <sup>3</sup> )
Háfnio (RARO)	2222° C (13,1 g/cm <sup>3</sup> )

# TUNGSTÊNIO

- Metal estrutural com maior temperatura de fusão, maior densidade e maior dureza
- Elevado módulo de elasticidade (406GPa)
- Bom condutor elétrico
- 2/3 da produção vai para WC e apenas 15% é usado na forma pura
- Usado em :
  - Filamentos de lâmpadas
  - Contactos eléctricos
  - Eletrodos não consumíveis
  - Protecção contra radiações
  - Contrapesos, volantes de inércia, etc

# MOLIBDÊNIO



- **Módulo de elasticidade elevado (317GPa)**
- **90% da produção de Mo vai para elemento de liga em aços**
- **Boa resistência ao choque térmico**
- **Elevada condutibilidade térmica**
- **Liga TZM (0,5Ti-0,07Zr) possui resistência a altas temperaturas (700MPa a 1000°C) - melhor que qualquer inox ou liga de Ni**
- **Usado em :**
  - **Dispositivos eletrônicos de comando em aviação**
  - **Escudos de radiação**
  - **Moldes para processamento de vidro**
  - **Matrizes de forjamento e extrusão**

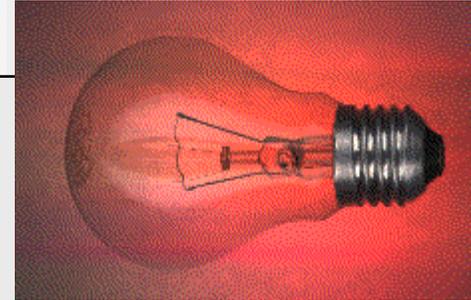


# TÂNTALO



- Menos abundante dos 4 refratários
- O tântalo não ocorre livre na Natureza, mas sempre associado ao oxigênio
- Alguma ductilidade à temperatura ambiente
- Baixa resistência (módulo de elasticidade (185GPa)
- Bom condutor térmico
- Boa resistência à corrosão à temperatura ambiente - semelhante aos vidros

# TÂNTALO



- As principais aplicações do metal devem-se às características de inércia química, resistência, dureza e ductilidade
- Usado em :
  - Material cirúrgico de placas e fios para enxertos cirúrgicos, etc (devido resist. corrosão)
  - Permutadores de calor
  - Processamento químico
  - Filamentos para lâmpadas de incandescência,
  - Reatores nucleares

# APLICAÇÕES TÂNTALO

*Hitachi AIC, Tantalum capacitor tape reels (Kazuyuki Iida)*



# RESERVAS MUNDIAIS DE TÂNTALO

Reservas Mundiais de Tantalita 2000/2001

Em t

<b>Países</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>%</b>
Brasil	64.782	89.204	49,4
Austrália	45.000	58.000	32,0
Canadá	5.000	5.000	2,8
China	8.370	8.370	4,6
Congo, Ruanda e Burundi	4.500	4.500	2,5
Malásia	950	950	0,5
Nigéria	7.000	7.000	3,9
Tailândia	7.700	7.700	4,3
Outros	90.000	-	-
<b>Total</b>	<b>143.392</b>	<b>180.724</b>	<b>100</b>

Fonte: DNPM

## NIÓBIO

- Características semelhantes ao Ta
- Baixo módulo de elasticidade
- Elevada resistência a metais líquidos
- Baixa absorção de neutrons
- Usado na indústria nuclear e aeroespacial
- Atualmente, os aços microligados respondem por 75% do consumo de nióbio.

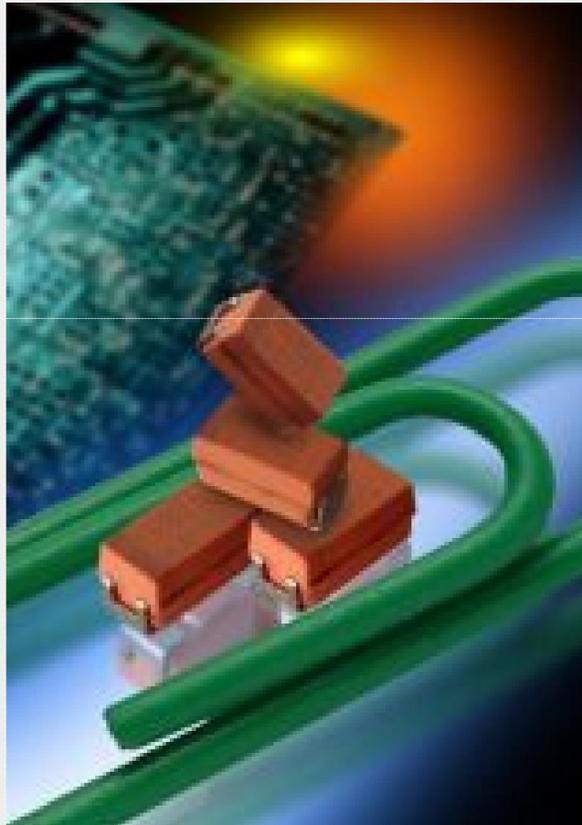
# Nióbio nos aços microligados

---

- Forma carbonetos muito estáveis e refina o grão e torna o aço susceptível ao endurecimento via precipitation hardening
- Teores de Nb: 0.01 to 0.20 %

# APLICAÇÕES DO NIÓBIO

---



*AVX, Niobium oxide capacitors (Bill Millman)*

## Contatos Elétricos I (Metais Refratários)



# HÁFNIO

---



# CARACTERÍSTICAS DO HÁFNIO

- Háfnio e Zircônio ocorrem juntos na natureza.
- O carboneto, o nitreto e o boreto de háfnio são compostos com pontos de fusão da ordem de 3000 a 4000 °C, dos mais elevados que se conhecem, sendo os dois últimos particularmente bons condutores elétricos a temperatura elevada, o que sugere diversas aplicações de muito interesse, por enquanto ainda pouco divulgadas
- O óxido de háfnio é um material refratário de muito interesse, mas o seu preço elevado restringe as aplicações possíveis a algumas cerâmicas, esmaltes e vidros especiais
- Lâmpadas de gás e lâmpadas incandescentes;
- Submarino atômico;
- Ele é usado principalmente em engenharia nuclear, por que possui um grande poder de absorção de nêutrons;
- Ele é usado com sucesso em ligas com ferro (Fe), titânio (Ti), nióbio (Nb) e tântalo (Ta), além de outros metais.

# CARACTERÍSTICAS DO RÊNIO

---

- A mais importante fonte de rênio é a molibdenita -  $\text{MoS}_2$ .
- Também ocorre em alguns minérios de cobre, nos minérios de platina, no mineral columbita-tantalita.
- A concentração de Rênio na crosta terrestre é de, aproximadamente, 0,001 ppm (partes por milhão).
- No Brasil, não foram identificadas ocorrências de rênio em solo brasileiro.

# APLICAÇÕES DO RÊNIO

---

- Extensivamente usado como filamentos em espectrógrafos de massa e em detectores de íons.
- Como aditivo no tungstênio ou em ligas a base de molibdênio para melhorar suas propriedades .
- Catalisadores de rênio são muito resistentes ao envenenamento químico, sendo usados em determinados tipos de reações de hidrogenação.
- Em material de contato elétrico devido a sua boa resistência ao desgaste e a corrosão.
- termopares que contem ligas de rênio e tungstênio são usados para medir temperaturas de até 2200°C.
- Fio de rênio é usado em lâmpadas de flash para fotografias.