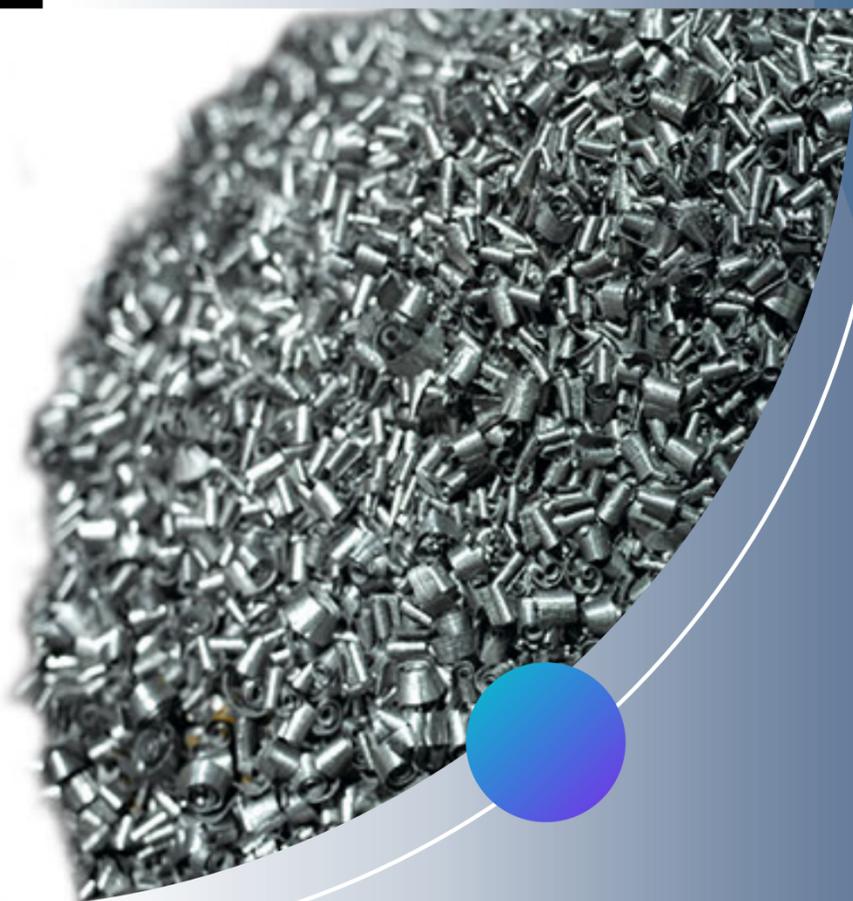
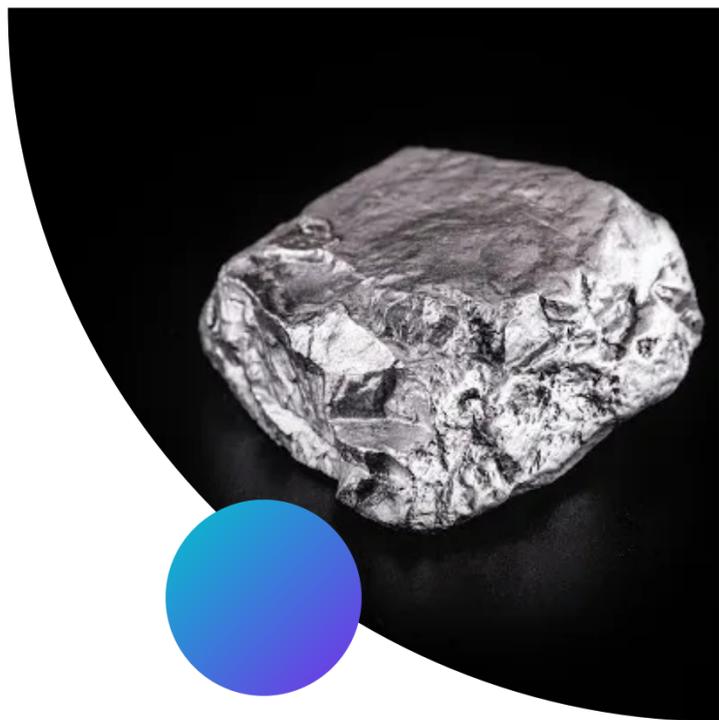
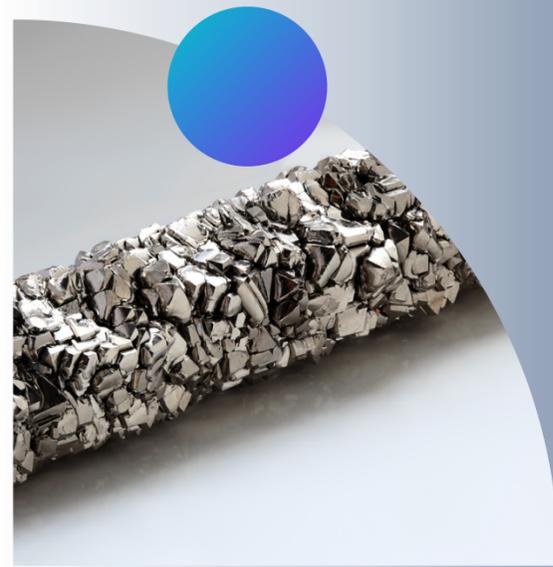


# Biomateriais **TITÂNIO**



Amanda de Carli  
Bruna Menezes  
Thais Cristina

# Biomateriais

- Sintético ou natural;
- Interação com sistemas biológicos, como células, tecidos ou órgãos, com o objetivo de melhorar ou substituir funções biológicas;
- Aplicações na área médica e biológica, como próteses, implantes, dispositivos médicos, engenharia de tecidos e medicina regenerativa;
- Diferentes tipos: metais, polímeros, cerâmicas e compósitos;



# Titânio

## Uso em biomateriais:

- Próteses;
- Dispositivos para uso cardiovascular ;
- Fixação de fraturas.
- filme de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ )

## Vantagem:

- Excelente resistência à corrosão(óxido);
- Alta força específica ;
- Biocompatibilidade(alta constante dielétrica);
- Osseointegração;
- Durabilidade.

## Desvantagem:

- Um quilo (1kg) do material de titânio custa, atualmente, 120 dólares (US\$ 120,00).



# Zircônio X Titânio

Uso em implantes dentários (Borille, 2023)

## Vantagem Zr:

- Estética mais natural;
- Hipoalergênico: passaram por teste de sensibilização

## Desvantagem Zr:

- Menor taxa de sucesso;
- Menos durável;
- Maior tempo de cicatrização.

## Vantagem Ti:

- Maior taxa de sucesso;
- Mais durável e resistente;
- Menor tempo de cicatrização;

## Desvantagem Ti:

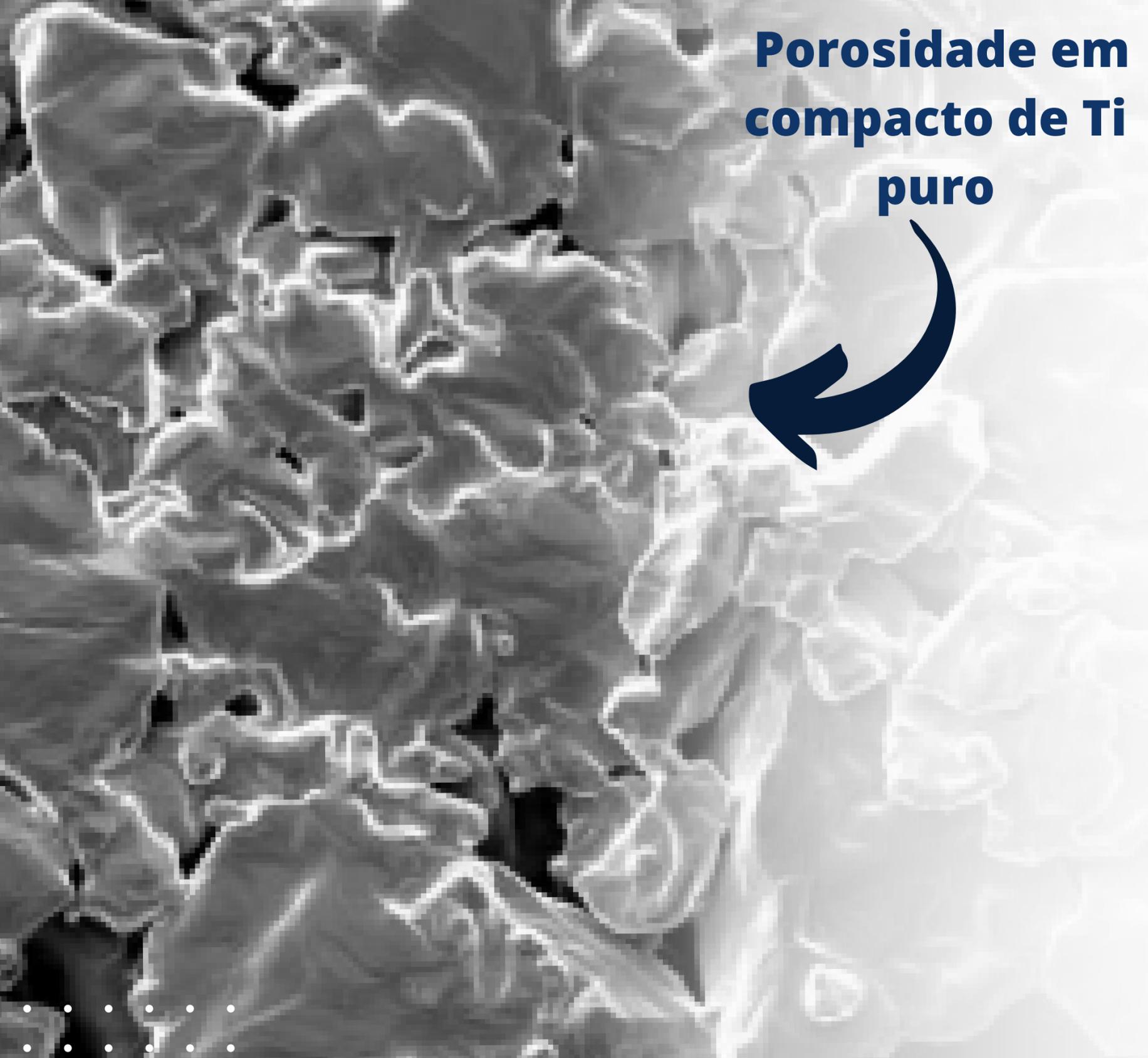
- Possibilidade de reação alérgica;
- Mais visível por ser um material metálico;



# Propriedades físicas

- Elevado ponto de fusão: 1668 °C
- Ponto de ebulição: 3287 °C
- Baixa massa específica: 4,54 g cm<sup>-3</sup>
- Módulo de tensão de elasticidade: acima de 12,7 x 10<sup>4</sup> MPa
- Densidade: 4,23 g/cm<sup>3</sup>
- 40% mais leve que o aço e 60% mais pesado que o alumínio

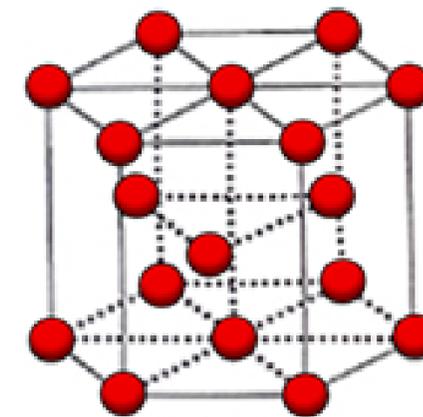
(BRAGA et al., 2007)



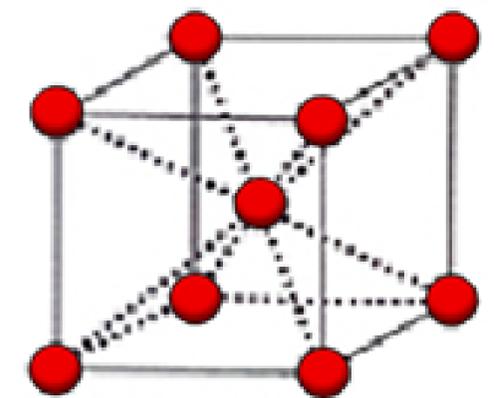
**Porosidade em compacto de Ti puro**

## Propriedades químicas

- Reatividade: O titânio tem baixa reatividade em temperatura ambiente, mas é altamente reativo com gases (oxigênio e nitrogênio) quando aquecido acima de aproximadamente 400°C, causando a perda de sua ductilidade.
- Estrutura cristalina alfa e beta.



Titânio  $\alpha$



Titânio  $\beta$

**882 °C → CCC**

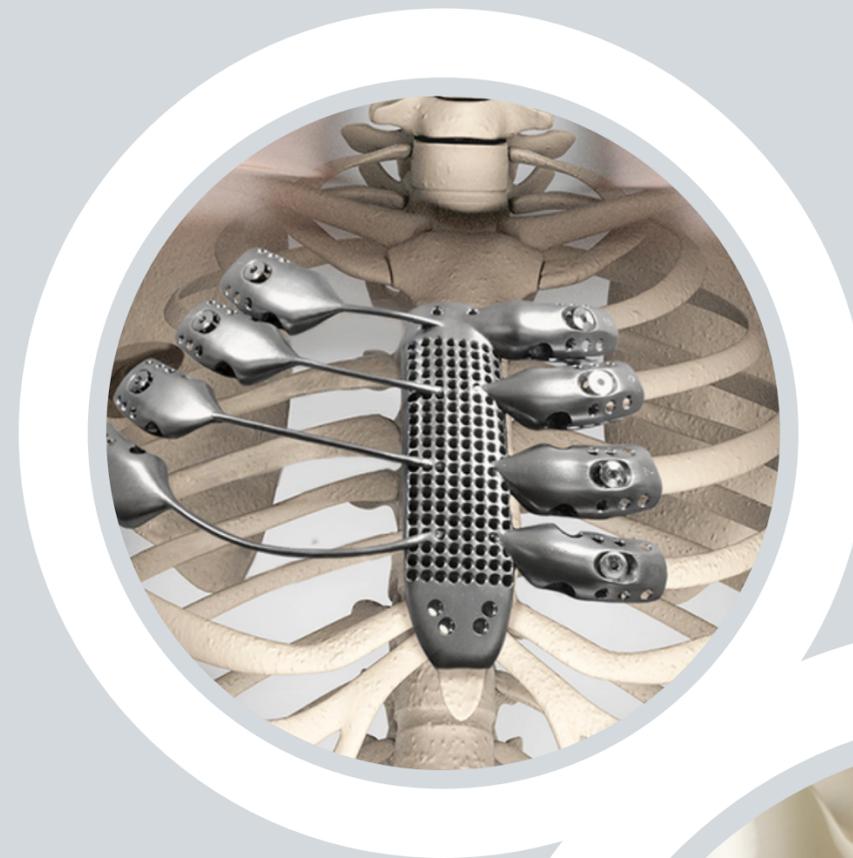
**hexagonal compacto** →

(FERREIRA,2013)

# Determinação do desempenho do titânio

Condições fisiológicas:

- Temperatura;
- PH;
- Presença de fluidos corporais;
- Interação com tecidos biológicos.



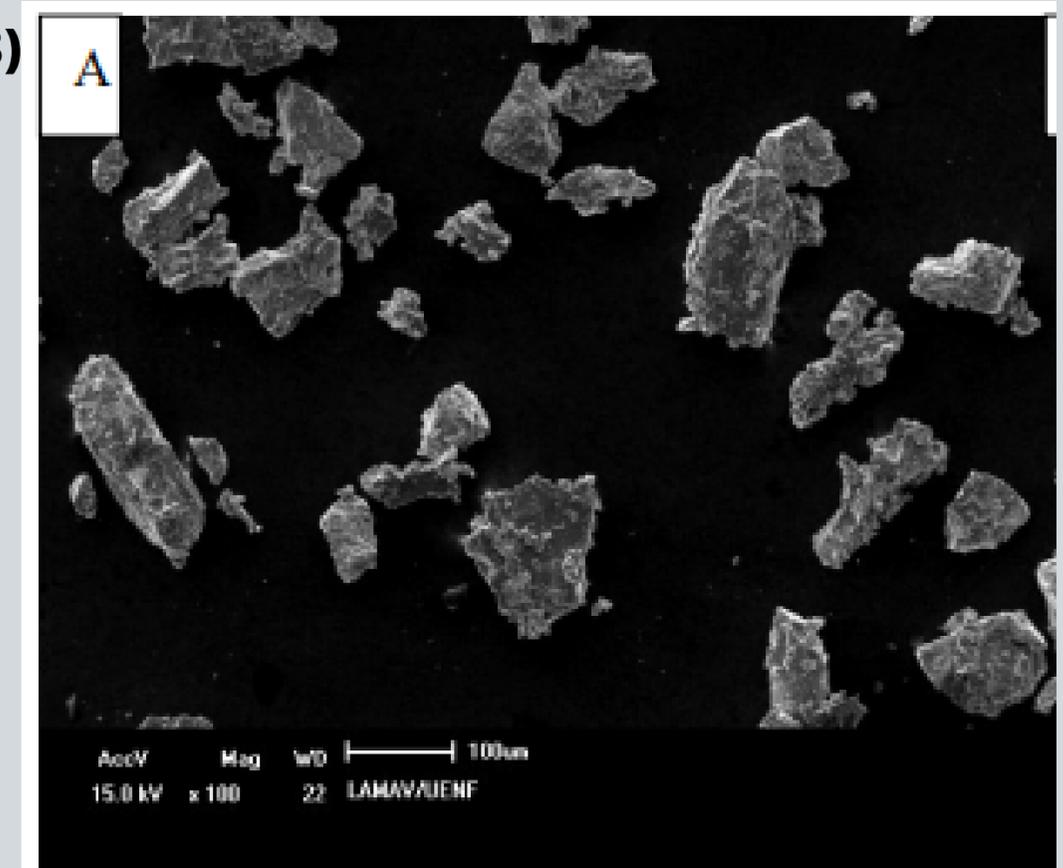
# Conformação

(BRAGA et al., 2007)

## Metalurgia do pó:

- Técnica mais utilizada; - mais econômica e eficiente;
- O titânio e o osso possui uma diferença de módulo de elasticidade, surgindo uma tensão de blindagem;
- Produzir titânio altamente poroso para diminuir o módulo de elasticidade  $E$  do metal;
- O titânio poroso é usado em implantes de ossos humanos devido à sua melhor fixação e ligação com o osso.

(FERREIRA,2013)



## Pó de Titânio

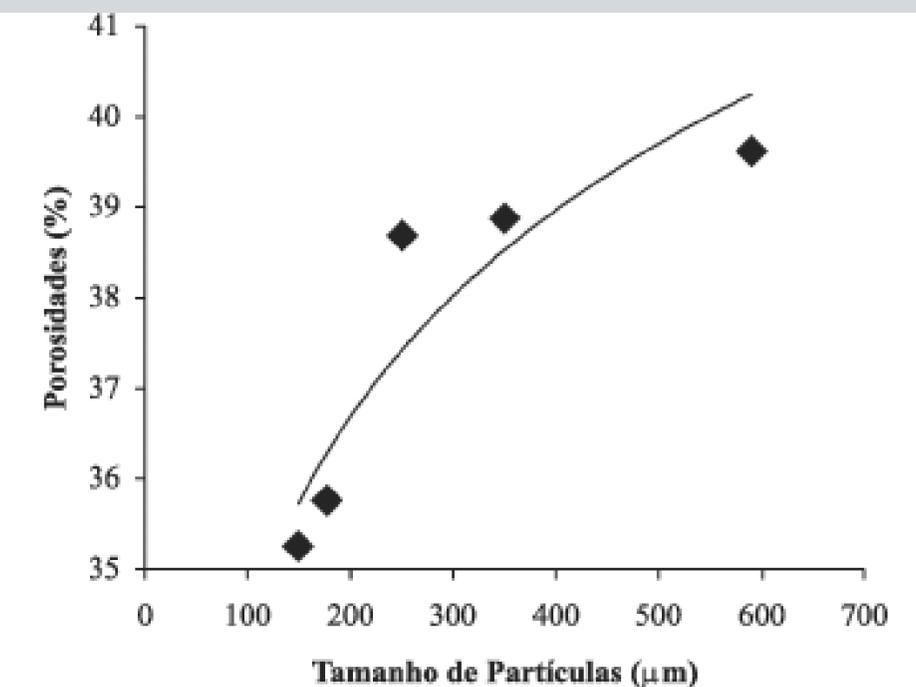


Figura 2. Variação da porosidade de compactos de titânio puro em função do tamanho médio das partículas do pó utilizado na compactação

(FERREIRA,2013)

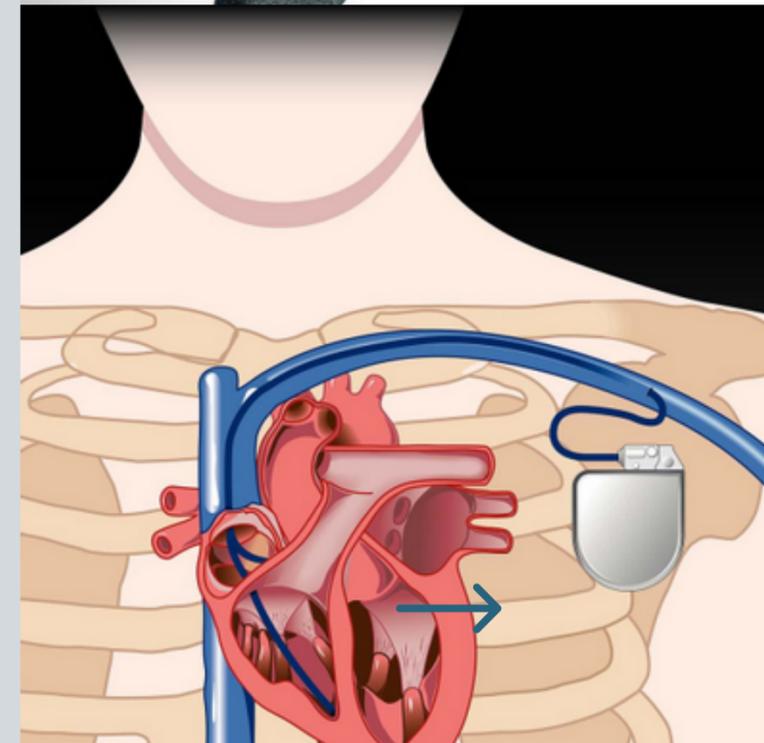
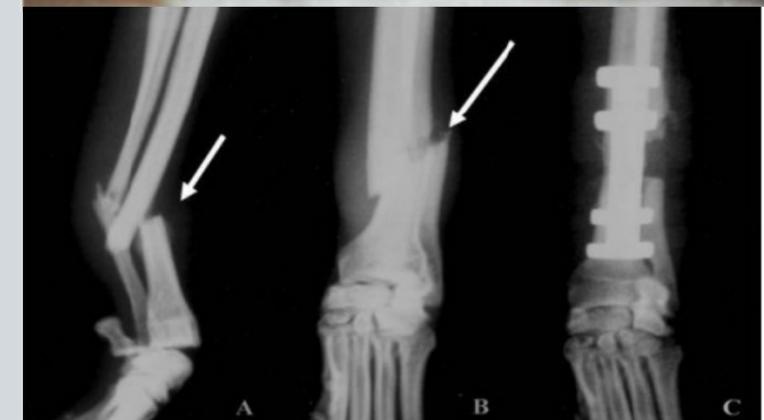
# Formação de ligas

## Aprimorar suas forças de tensão

Estabilizadores: Alumínio(fase  $\alpha$ ); Vanádio(fase  $\beta$ ) ; Molibdênio(fase  $\beta$ ).

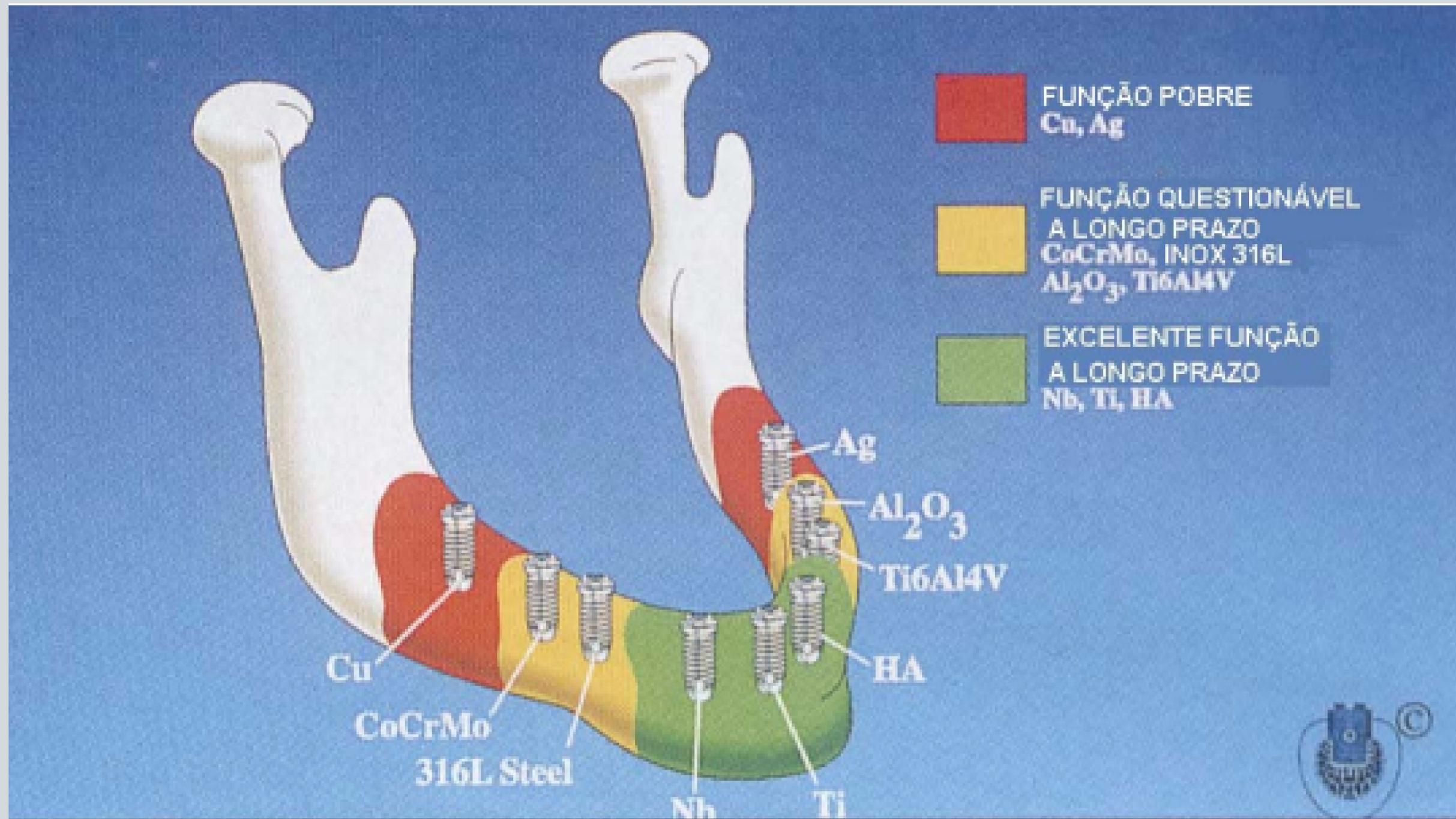
Material	Densidade $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Young E (GPa)	Dureza	Limite de escoamento (MPa)
Aço Inox 316	4,5	195-205	175-215 (HV)	485
Aço Inox 304	8,0	190-225	215 (HB)	240-350
Ligas Co-Cr (Stellite)	8,0	210-253	430-550 (HV)	445-585
Ti-6Al-4V (Ti-64)	4,4	116	325-350 (HV)	896-1034
Osso Cortical	1,9	17-35	-	80

Propriedades das ligas (SILVA, 2021)



# Biocompatibilidade de implantes odontológicos

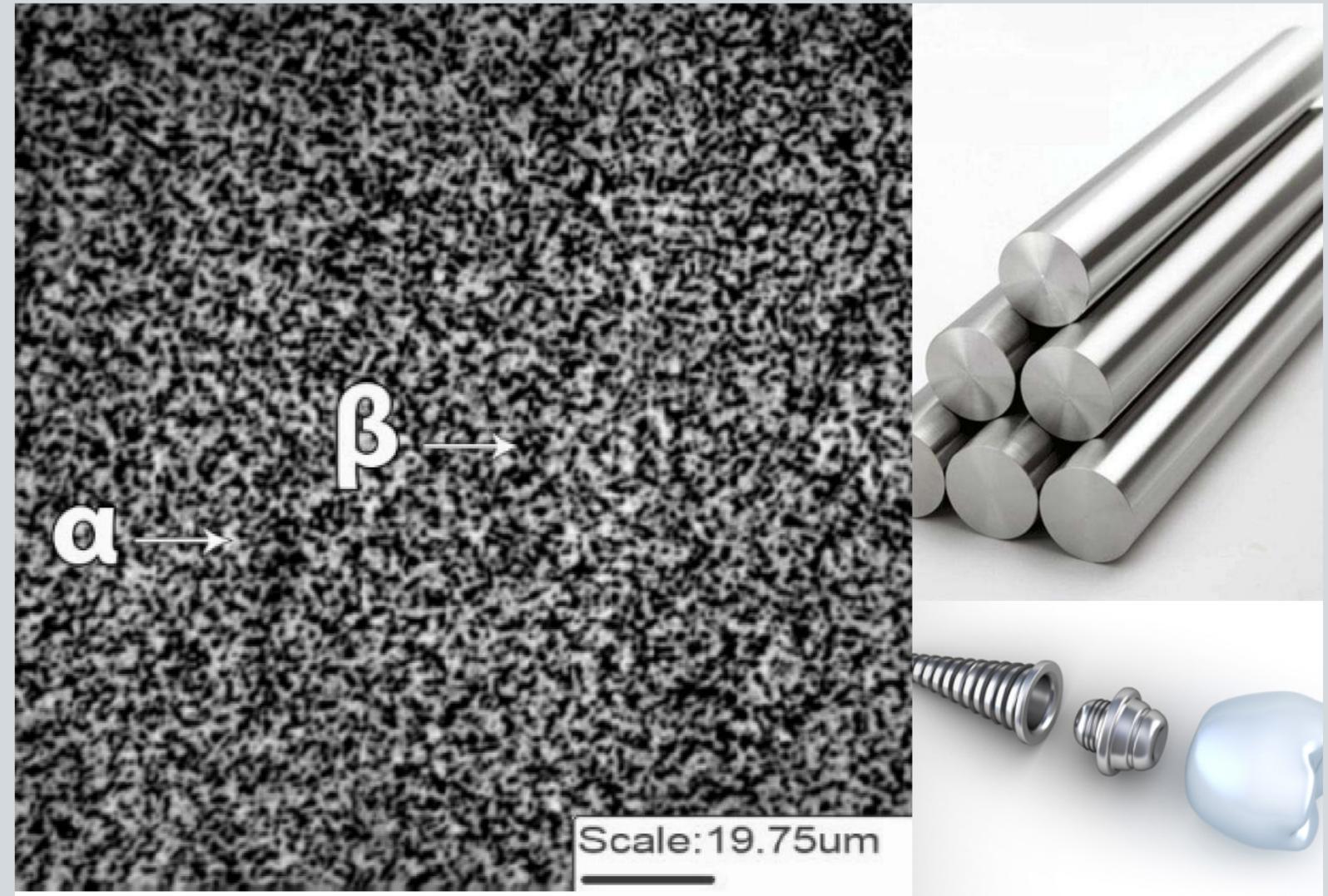
(SILVA, 2021)



# Liga Ti-6Al-4V

## Mais popular

- 6% de alumínio;
- 4% de vanádio;
- 0,25% (máximo) de ferro;
- 0,2% (máximo) de oxigênio;
- Restante de titânio;
- Densidade: 4420 kg/m<sup>3</sup>;

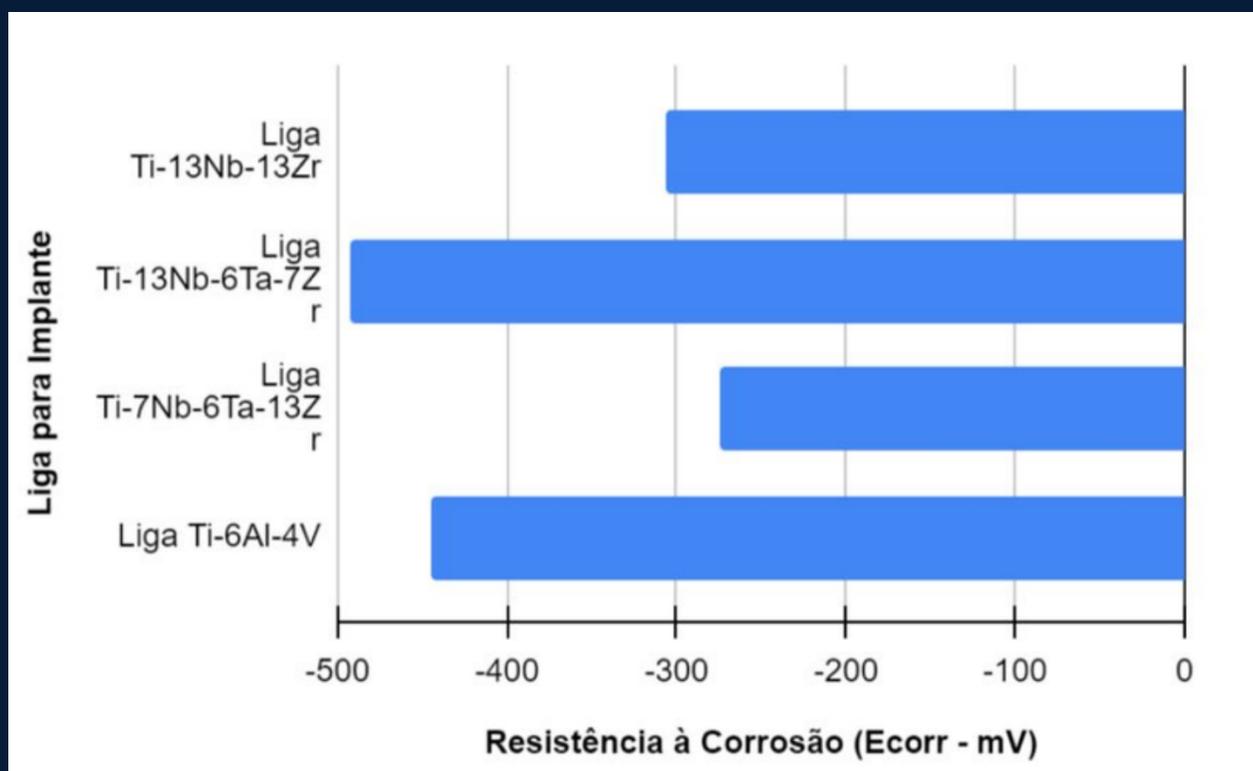
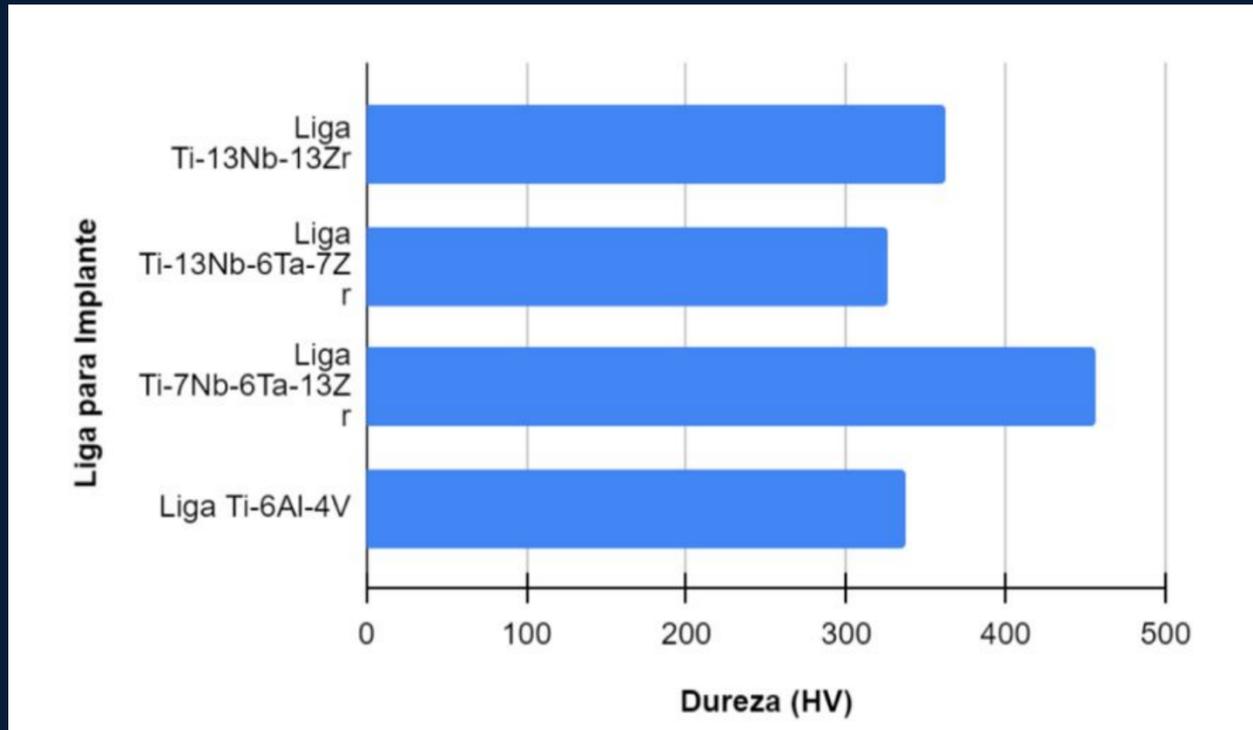




Nome	Ti-6Al-4V
Fase em STP	sólido
Densidade	4500 kg/m <sup>3</sup>
Resistência à tração	1170 MPa
Força de rendimento	1100 MPa
Módulo de elasticidade de Young	114 GPa
Dureza Brinell	375 BHN
Ponto de fusão	1660 °C
Condutividade térmica	6,7 W/mK
Capacidade de calor	560 J/gK
Preço	50 \$/kg



(SILVA, 2021)



(SILVA, 2021)

# Comparações



(SILVA, 2021)

# Curiosidades sobre o titânio

- As ligas Ti-6Al-4V alfa e beta correspondem cerca de 60% da produção total de Ti no mundo.
- Principais falhas: fragilização por hidrogênio, sensibilidade a altas temperaturas, desgaste quando em contato com materiais abrasivos.
- Durabilidade: Possibilidade de durar mais de 20 anos.
- stress shielding: afrouxamento do implante - ocorre quando o módulo de elasticidade maior que o osso.
- Implantes (desenho cilíndrico ou cônico) de titânio puro rugosos: tipos de tratamentos de superfície para criar essa rugosidade - como jateamento com partículas duras de óxidos e ataques químicos com ácido.

# Referências

Pires, Ana Luiza R., et al. "BIOMATERIAIS: TIPOS, APLICAÇÕES E MERCADO". Química Nova, vol. 38, agosto de 2015, p. 957–71. SciELO, <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150094>.

Braga, Neila de Almeida, et al. "Obtenção de titânio metálico com porosidade controlada por metalurgia do pó". Química Nova, vol. 30, abril de 2007, p. 450–57. SciELO, <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200037>.

Brasil, Fabrício Bernardo de Jesus. "UTILIZAÇÃO DE PLACA DE TITÂNIO SEMITUBULAR COM GARRAS PARA ESTABILIZAÇÃO DAS FRATURAS DE RÁDIO E ULNA DE CÃES MINIATURAS". Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science, vol. 11, no 2, junho de 2010, p. 376–83. [revistas.ufg.br](http://revistas.ufg.br), <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/2640>.

"Ti-6Al-4V | Densidade, força, dureza, ponto de fusão". Material Properties, 10 de setembro de 2022, <https://material-properties.org/pt-br/ti-6al-4v-densidade-resistencia-dureza-ponto-de-fusao/>.



# Referências

Borille, Marcelo. "Implante de Titânio ou Zircônia?" Dentista Sorriderre Clínica Odontológica, 9 de março de 2023, <https://www.sorriderre.net/dentista/implante-de-titanio-ou-zirconia/>.

SILVA, Isabela Carlini. ESTADO DA ARTE EM LIGAS MULTICOMPONENTE BIOCOMPATÍVEIS CONTENDO Ti, Nb e Z. São Carlos, SP, 2021.. Disponível em:  
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/15805/Isabela%20Carlini%20Silva.pdf?sequence=1>.

SILVA, Marcelo Henrique Prado . Apostila Biomateriais. [S.I.], 2021. Disponível em:  
<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EME715/AT%202021/ApostilaBiomateriais.pdf>.

FERREIRA, Eliete Toledo.LIGAS Ti-Nb PROCESSADAS VIA METALURGIA DO PÓ PARA APLICAÇÃO COMO BIOMATERIAL . Dissertação Final Eliete.CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ , 2013. Disponível em:  
[https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Final\\_Eliete\\_2013.pdf](https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Final_Eliete_2013.pdf).



**Obrigada!**