

## Aço inox F138 (316LVM) – UNS S31673

Inox austenítico 18Cr-14Ni-2,5Mo para implantes cirúrgicos

**INOX AUSTENÍTICO**

**PREN:  $\geq 26$  (CR + 3,3MO, EXIGÊNCIA DA NORMA)**

Variante do 316L com Ni e Mo mais altos, limpeza inclusionária rigorosa e microestrutura totalmente austenítica (sem ferrita delta), especificada pela ASTM F138 para barras e fios de implantes. Normalmente refundido a vácuo (VAR) ou por ESR, daí o nome 316LVM.

### DESIGNAÇÕES

|           |                                              |
|-----------|----------------------------------------------|
| UNS       | S31673                                       |
| W.Nr./EN  | 1.4441 (X2CrNiMo18-15-3)                     |
| DIN       | X2CrNiMo18-15-3                              |
| Comercial | 316LVM                                       |
| Outras    | ISO 5832-1 (composição D); ASTM F139 (chapa) |

### NORMAS POR FORMA

|               |            |
|---------------|------------|
| Barra e fio   | ASTM F138  |
| Chapa e tira  | ASTM F139  |
| Forjado       | ASTM F621  |
| Internacional | ISO 5832-1 |

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%) ASTM F138

| C            | Mn          | P            | S            | Si          | Cr            | Ni            |
|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| $\leq 0,030$ | $\leq 2,00$ | $\leq 0,025$ | $\leq 0,010$ | $\leq 0,75$ | 17,00 – 19,00 | 13,00 – 15,00 |
| Mo           | N           | Cu           | Fe           | Cr + 3,3×Mo |               |               |
| 2,25 – 3,00  | $\leq 0,10$ | $\leq 0,50$  | balanço      | $\geq 26,0$ |               |               |

### PROPRIEDADES MECÂNICAS Barra recozida (ASTM F138); encruada entre parênteses

|                                          |                                        |
|------------------------------------------|----------------------------------------|
| Limite de escoamento (0,2%)              | $\geq 190$ MPa (encruada: $\geq 690$ ) |
| Resistência à tração                     | $\geq 490$ MPa (encruada: $\geq 860$ ) |
| Alongamento (4D)                         | $\geq 40\%$ (encruada: $\geq 12\%$ )   |
| Extra-duro ( $\varnothing$ 1,6 – 6,4 mm) | Rm $\geq 1.350$ MPa                    |
| Tamanho de grão                          | ASTM 5 ou mais fino                    |
| Inclusões (E45 A)                        | $\leq 1,5$ fina / $\leq 1,0$ grossa    |

### PROPRIEDADES FÍSICAS típicas

|                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Densidade                     | 8,0 g/cm³                         |
| Faixa de fusão                | $\approx 1.375 - 1.400$ °C        |
| Módulo de elasticidade        | $\approx 193 - 200$ GPa           |
| Condutividade térmica (20 °C) | $\approx 15$ W/m·K (típico)       |
| Expansão térmica (20–100 °C)  | $\approx 16$ $\mu$ m/m·K (típico) |
| Permeabilidade magnética      | não magnético (sem ferrita delta) |

### PROCESSAMENTO E USO

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temperatura de serviço | Uso a temperatura corporal; não aplicável a serviço térmico.                                                                                                                                                                                     |
| Tratamento térmico     | Fornecido recozido (solubilização $\approx 1.040 - 1.100$ °C, resfriamento rápido) ou encruado a frio conforme a condição pedida. Sem ferrita delta, chi ou sigma (ASTM E407, 100×).                                                             |
| Soldagem               | Normalmente não soldado em implantes. Em instrumental, TIG com ER316L de alta pureza (típico).                                                                                                                                                   |
| Usinagem               | Usinabilidade inferior ao aço carbono: encrua rapidamente; usar ferramentas afiadas, ângulo de saída positivo, avanço constante sem 'esfregar' e refrigeração abundante. A limpeza inclusionária reduz a usinabilidade em relação ao 316L comum. |

### APLICAÇÕES

- Placas e parafusos de osteossíntese
- Hastes e pinos intramedulares
- Fios de Kirschner e cerclagem
- Pinos de Steinmann e fixadores externos
- Implantes temporários de trauma

**Alternativas:** Titânio Ti-6Al-4V ELI (ASTM F136) para implantes permanentes e melhor biocompatibilidade; aço de alto N (ASTM F1586) quando se exige mais resistência; CoCrMo (F1537) em próteses articulares.

**Fornecimento Dustre:** barras, chapas, forjados sob desenho e peças usinadas, com certificado de matéria-prima EN 10204 3.1. Serviços próprios de corte, forjamento, usinagem, tratamento térmico e ensaios (tração, dureza, impacto).

Valores mínimos conforme a norma citada; propriedades físicas são típicas e não constituem garantia. O certificado do lote prevalece.