



# *Fusão Seletiva a Laser de aço inoxidável 316L*

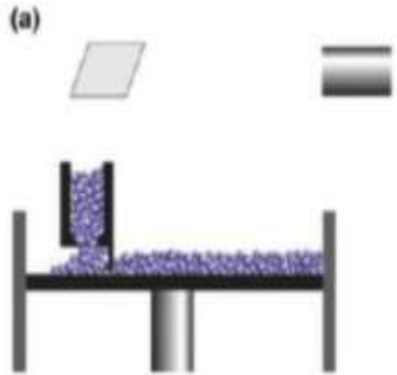


IC: Riccardo Augusto Moreira Montuori  
Doutorando: Gustavo Figueira  
Orientador: Prof. Dr. Piter Gargarella

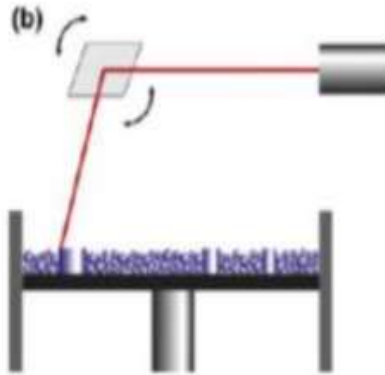


# Introdução: Fusão Seletiva a Laser (FSL) e objetivos

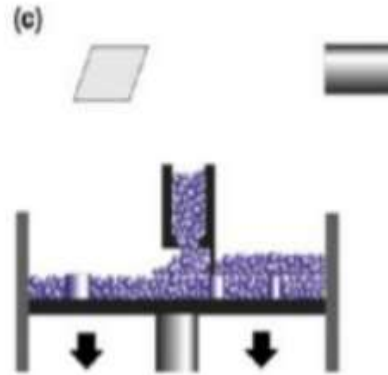
Deposição da camada de pó no substrato



Fusão a laser na geometria desejada



Abaixamento do substrato e deposição da nova camada de pó



1) Otimização dos parâmetros:

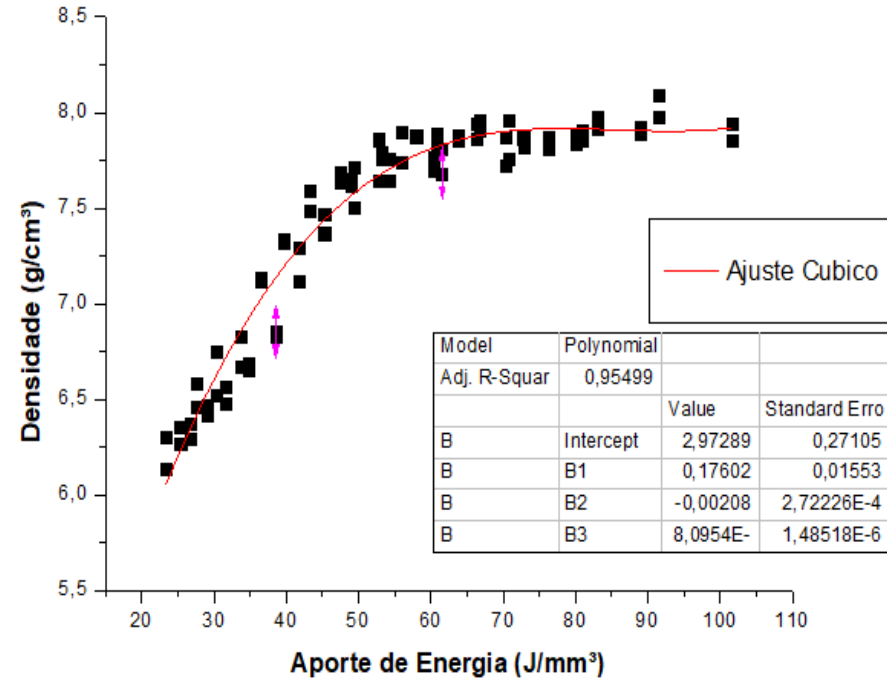
- 40 combinações diferentes de parâmetros;

- Variando espaçamento entre pistas (*hatching*), potência do laser e velocidade de escaneamento.

2) Caracterização das amostras de maior densidade

Fonte: S. Pauly, L. Löber, R. Petters, M. Stoica, S. Scudino, U. Kühn, J. Eckert, Materials Today, 16 (2013)

# Resultados - Gráfico Densidade x Aporte de energia



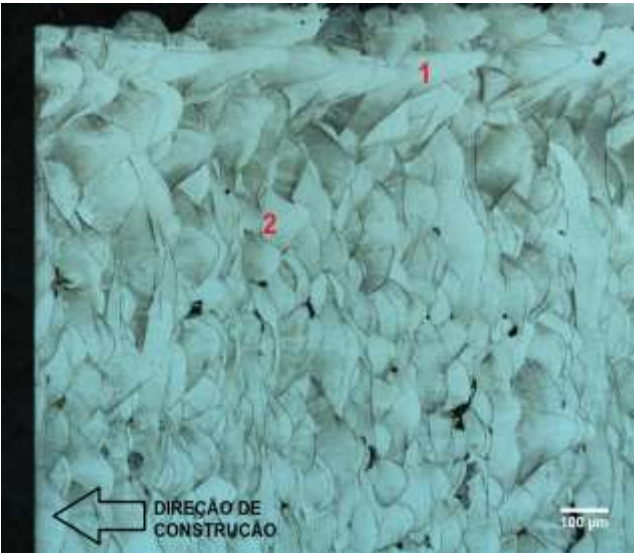
## Parâmetros de processo ótimos

| Amostra (número) | Potência (W) | Hatching (µm) | Velocidade de escaneamento (mm/s) | Aporte de energia (J/mm³) |
|------------------|--------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 17               | 192          | 70            | 1000                              | ~95                       |
| 18               | 192          | 70            | 1100                              | ~80                       |
| 79               | 192          | 80            | 1200                              | ~65                       |

$$\text{Aporte de energia} = \frac{\text{Potência}}{\text{Velocidade} * \text{Hatching} * \text{Espessura da camada}}$$

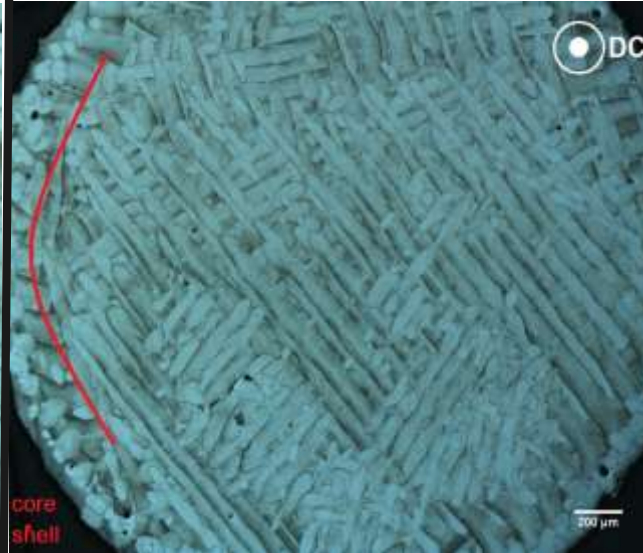
# Resultados - Caracterização Microestrutural (MO e MEV)

Seção Longitudinal - Amostra 79

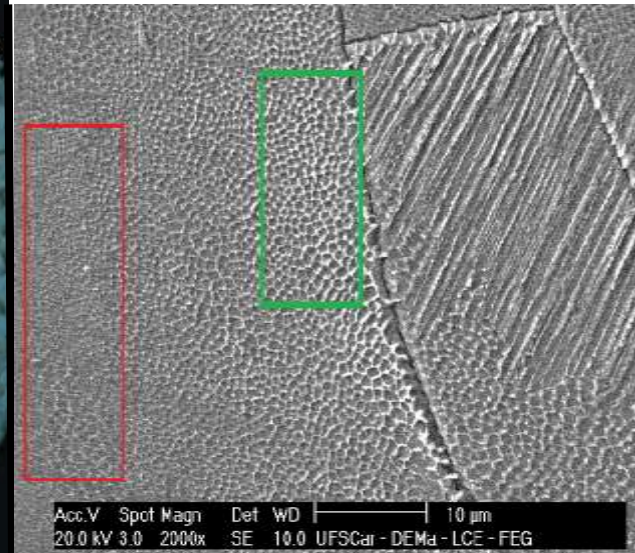


- 1) Poças externas  $\Rightarrow$  mais profundas e finas
- 2) Poças centrais  $\Rightarrow$  mais rasas e largas

Seção Transversal - Amostra 17

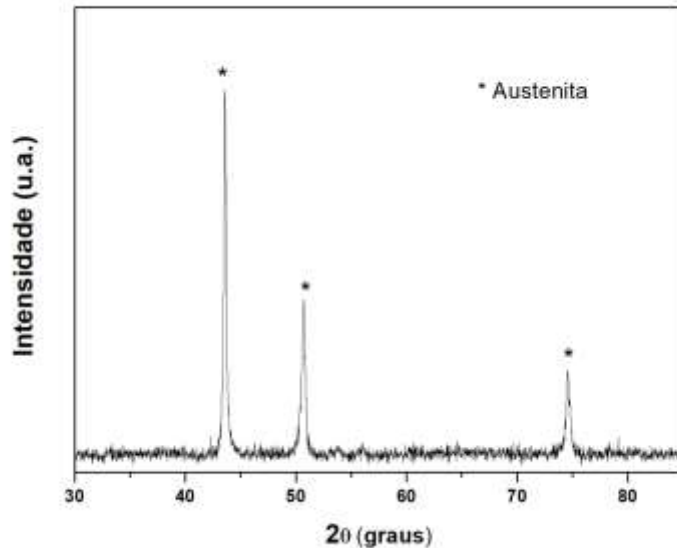


Porosidade (%):  
17:  $0,269 \pm 0,041$   
18:  $0,346 \pm 0,056$   
79:  $0,989 \pm 0,177$



- Estrutura celular de solidificação;
- Diferentes taxas de resfriamento  $\Rightarrow$  células menores no centro das pistas. <sup>4</sup>

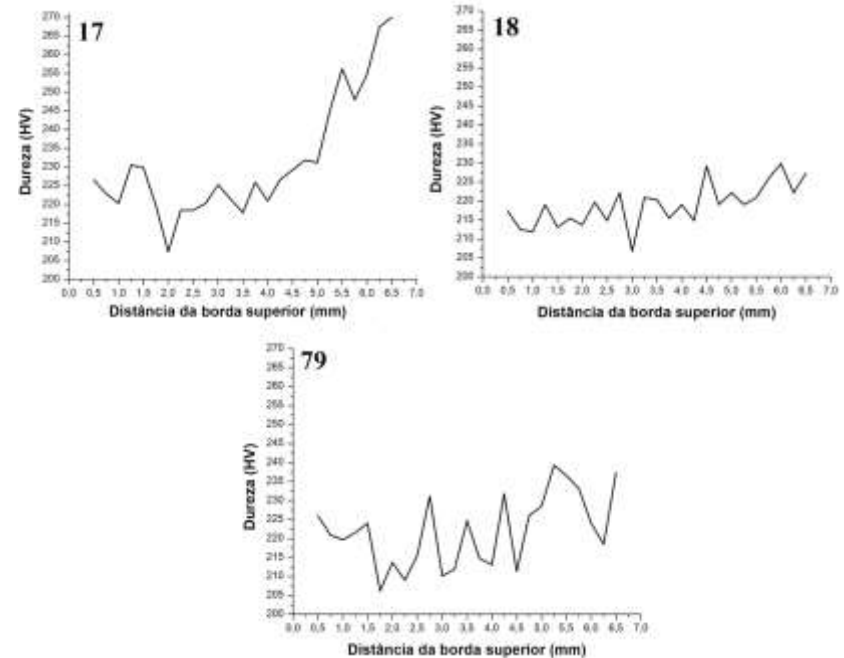
# Resultados - Ensaios de DRX e Dureza



Difratograma da amostra 17

Picos em 43°, 51° e 75° ⇒ austenita

Praticamente idêntico aos das amostras 18 e 79



- Amostra 17:  $231 \pm 16$  HV ⇒ a mais dura
- Amostra 18:  $219 \pm 6$  HV
- Amostra 79:  $222 \pm 10$  HV

# Conclusões



- Gráfico densidade x aporte de energia: perfil em conformidade com a literatura;
- Estrutura de solidificação celular: tamanho de células dependente da taxa de resfriamento;
- Fase majoritária: austenita (Fe- $\gamma$ );
- Amostra 17: tendência de aumento da dureza conforme se distancia da borda superior;
- **Melhor combinação de parâmetros (Amostra 17):** Potência do Laser = 192 W, Velocidade de escaneamento = 1000 mm/s e *Hatching* = 70  $\mu\text{m}$   $\Rightarrow$  maior dureza, menor porosidade e alta densidade (8,091 g/cm<sup>3</sup>).

# Agradecimentos



**FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA  
DO ESTADO DE SÃO PAULO**