

Nº 178879

Estudo da influência dos parâmetros de esferoidização do aço SAE 8620 na conformabilidade por forjamento a frio.

Felipe Moreno Siqueira Borges de Carvalho

*Palestra apresentada no CONGRESSO
DE PROCESSOS TERMICOS, 2., 2024,
Campinas. 19 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO

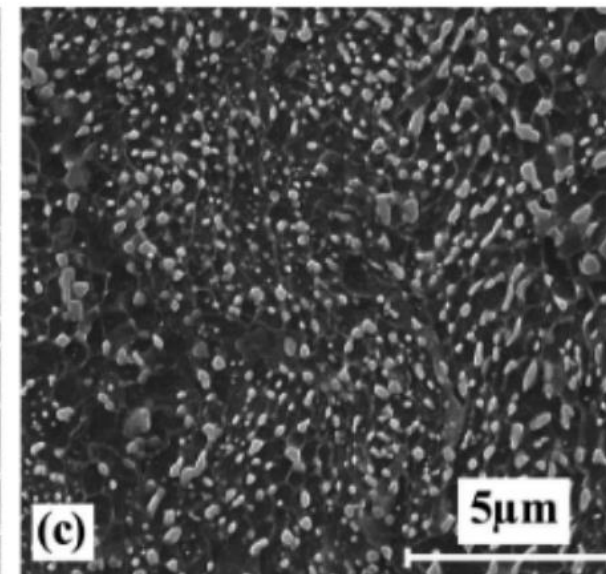
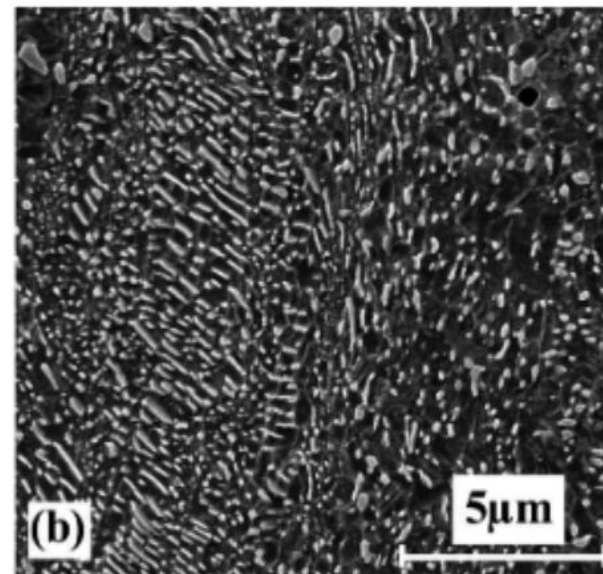
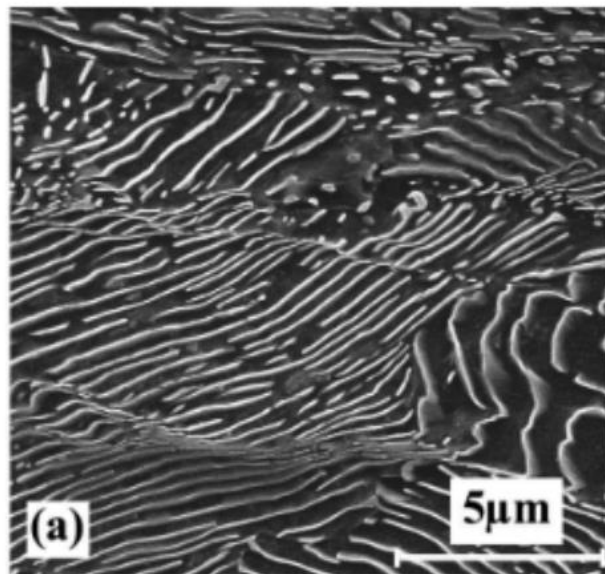
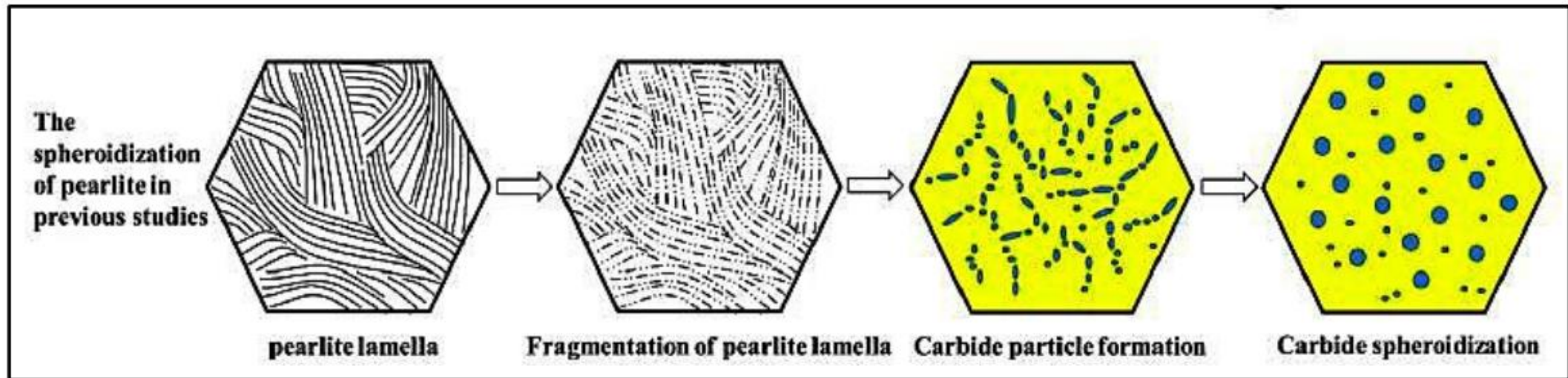
Estudo da influência dos parâmetros de esferoidização do aço SAE 8620 na conformabilidade por forjamento a frio

Introdução

- Forjamento a frio, processo que depende diretamente da ductilidade do material (capacidade do material se conformar sem geração de dano/trinca)
- Dependência direta com a microestrutura de partida
- Materiais produzidos pelo processo de laminação a quente, seguido de resfriamento contínuo
 - Microestrutura bruta de laminação: ferrita, perlita, perlita degenerada e bainita.
- Necessidade de aplicação de tratamento térmico para garantir a conformabilidade/ductilidade do material: esferoidização

Esferoidização

- Indução do amolecimento do material pelo processo de :
 - Alteração da morfologia dos carbonetos (cementita): de lamelas refinadas para esferas/glóbulos (redução da energia interfacial).
 - Alívio de tensões da matriz resultante do resfriamento pós laminação.
 - Redução da concentração de elementos intersticiais na ferrita (redução do carbono dissolvido na ferrita).
- Tratamento térmico realizado próximo da temperatura A_{c1} .
 - Subcrítico ou Intercrítico
- Processo dependente de difusão – Termicamente ativado
- Cinética depende dos elementos de liga (mobilidade do carbono)



Objetivos

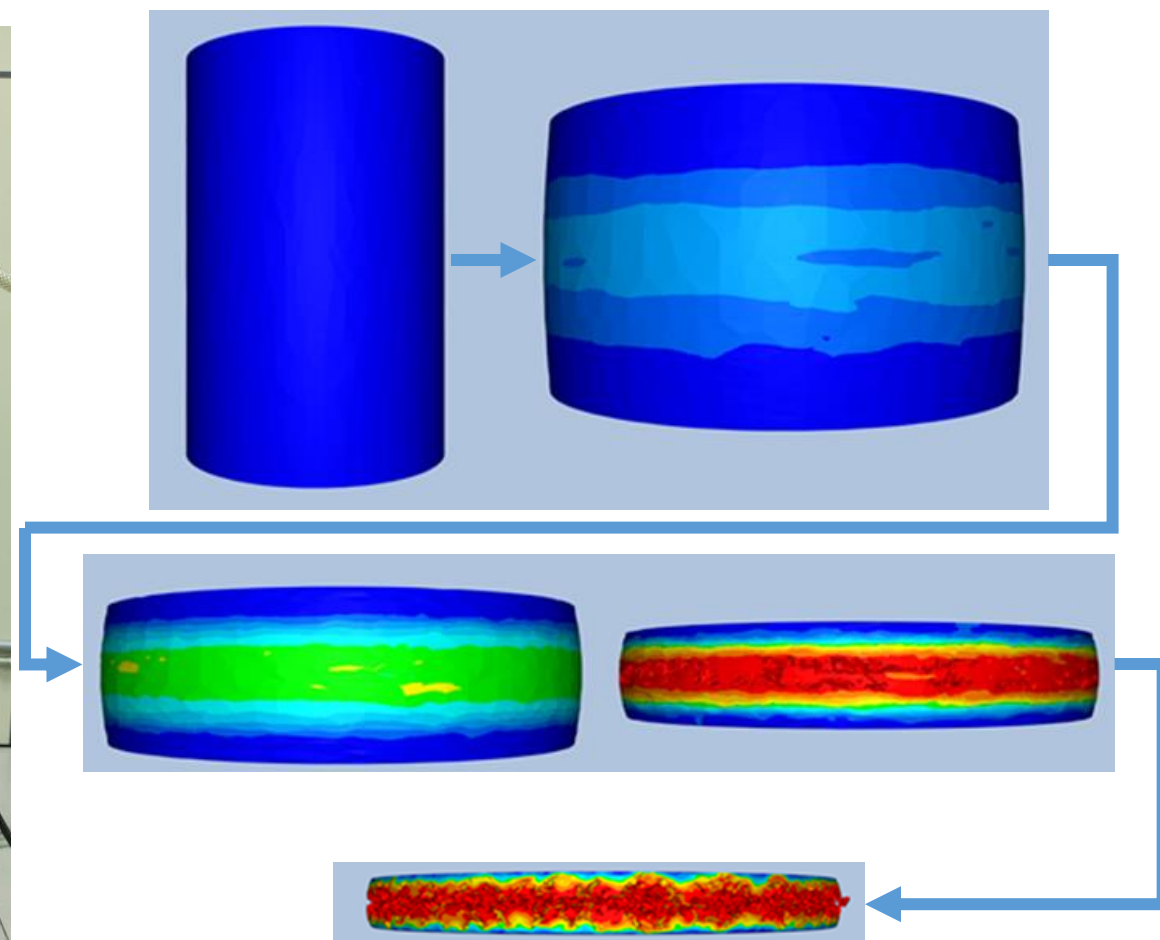
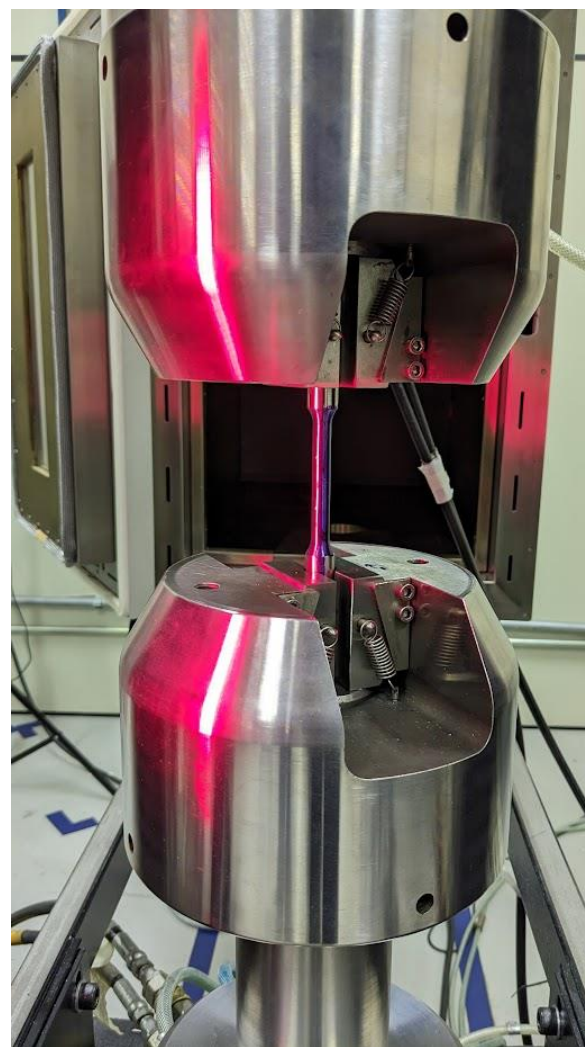
- O trabalho se propõe a avaliar como a temperatura e o tempo do tratamento térmico de esferoidização afetam:
 - Microestrutura
 - Propriedades mecânicas
 - Conformabilidade a frio (MEF)
- Apresentar uma relação entre parâmetros de esferoidização e conformabilidade a frio da liga SAE 8620 adotando métodos de simulação computacional (MEF) e simulações físicas (forjamento em escala piloto).

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S	P
0,18 - 0,23	0,70 - 0,90	0,15 - 0,35	0,40 - 0,60	0,40 - 0,70	0,15 - 0,25	máx. 0,040	máx. 0,035

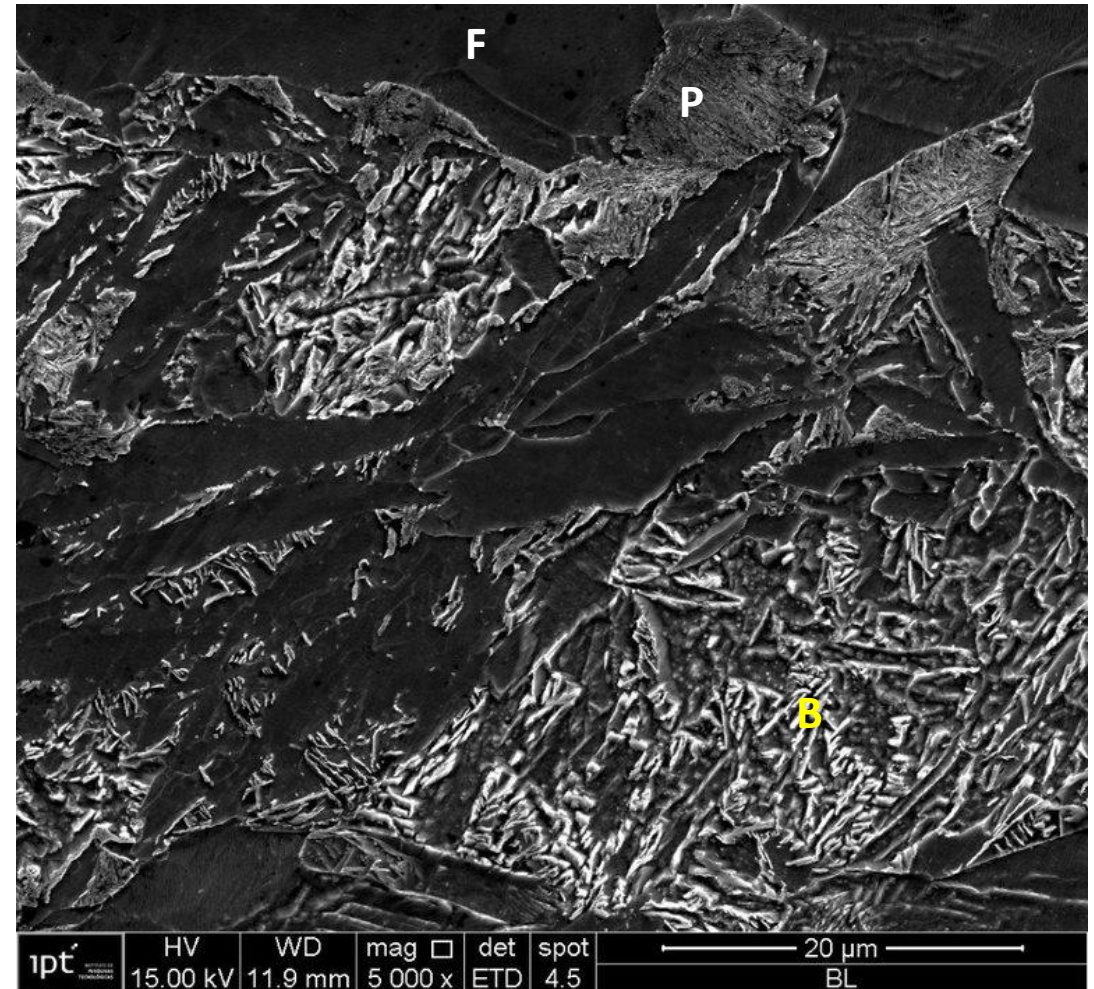
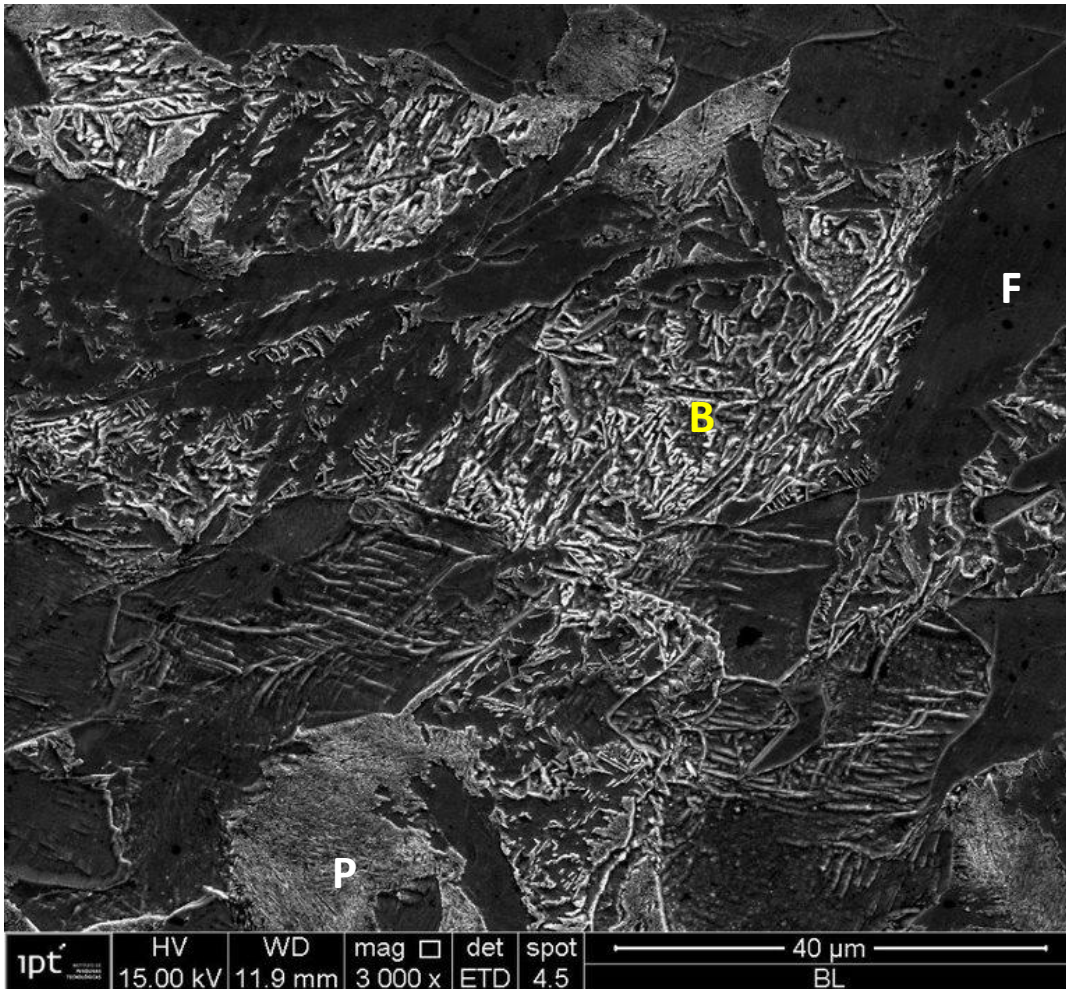
Metodologia

- Considerando que a taxa e grau de esferoidização da cementita é afetada pelo ciclo térmico imposto, foram estudados dois ciclos térmicos subcríticos (2 horas).
 - E1: Subcrítico
 - E2: Intercrítico
 - E3: “Crítico” resfr Ar (2h)
 - E4: “Crítico” resfr Forno (10h)

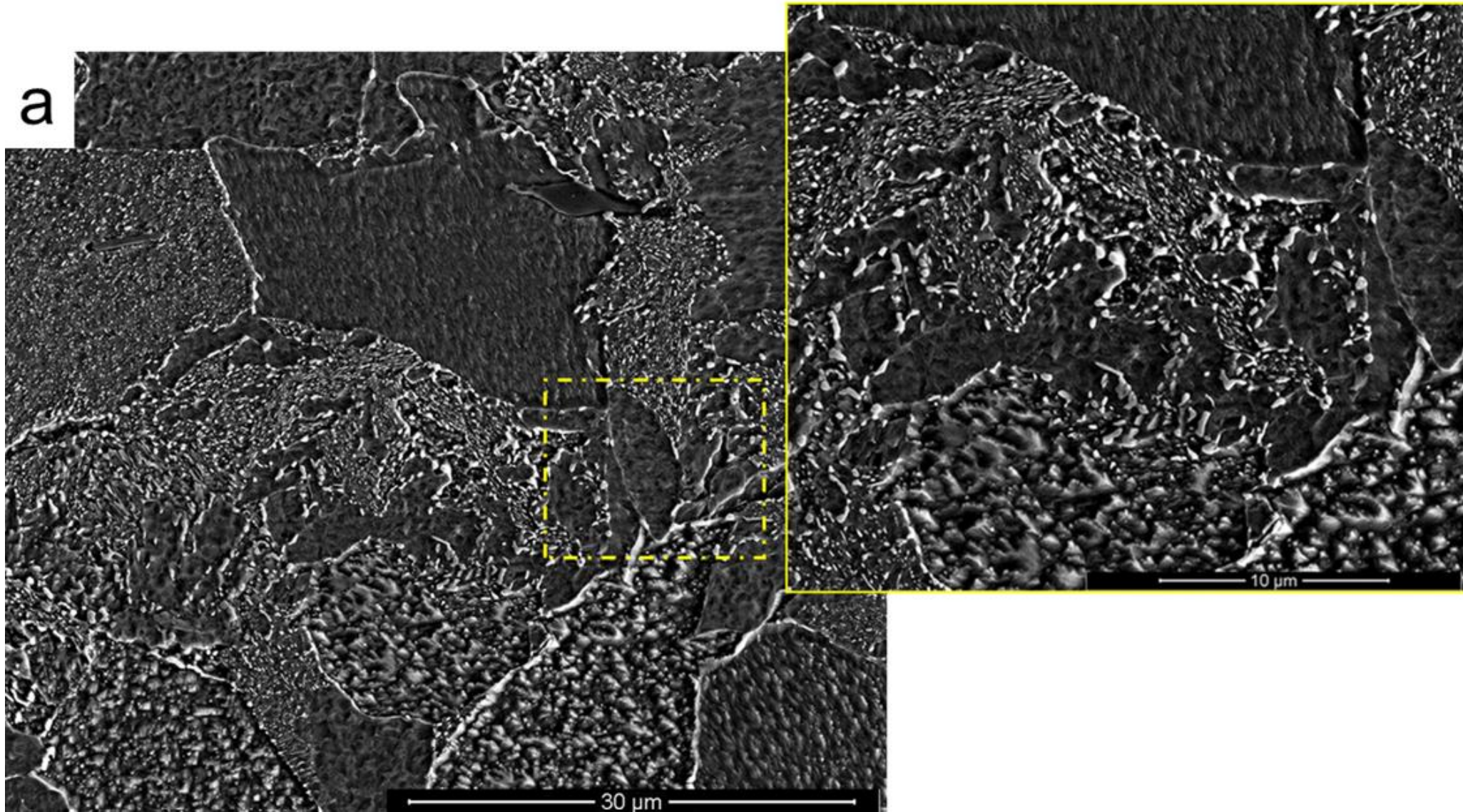
Metodologia



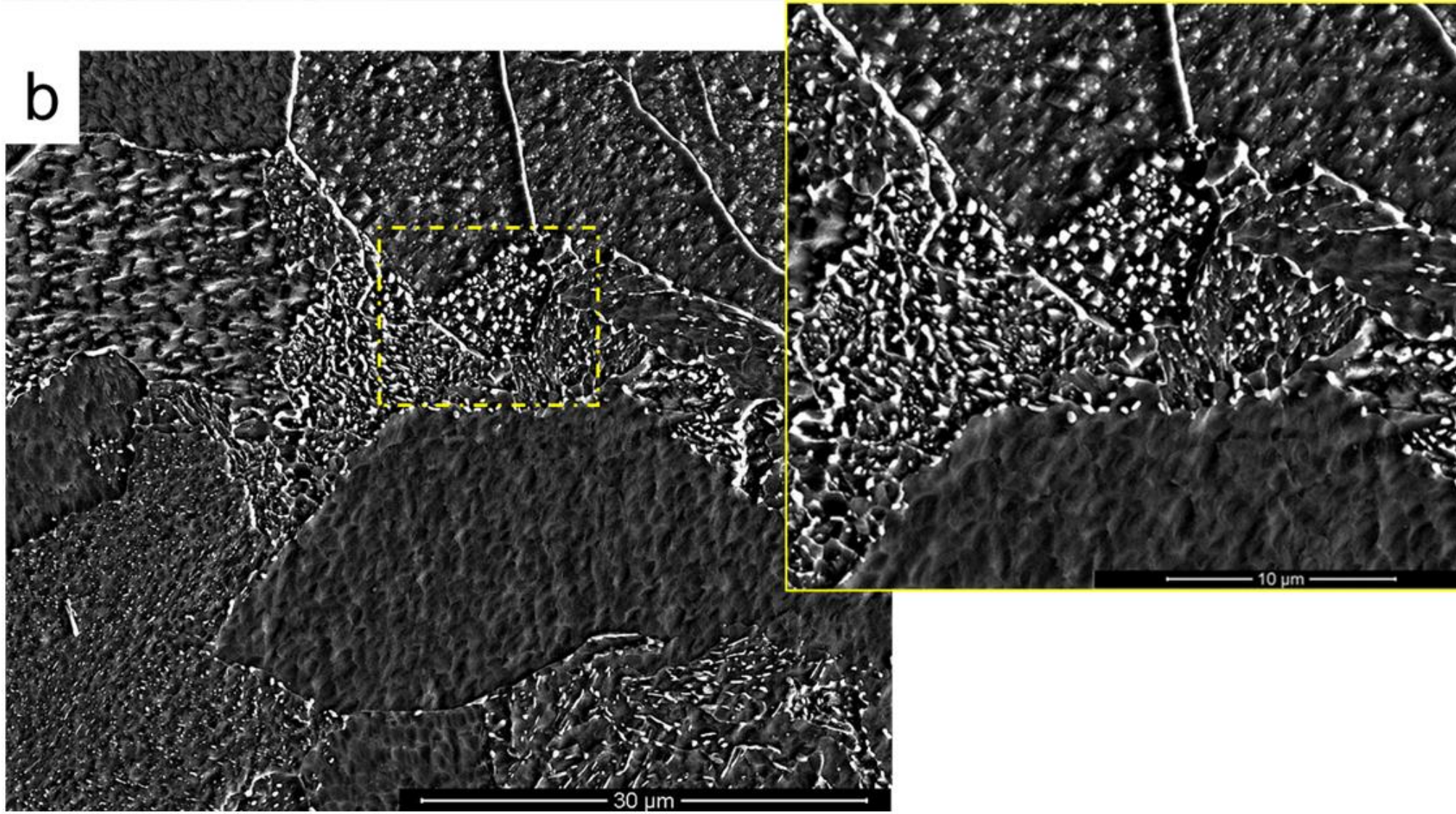
Caracterização inicial - MEV



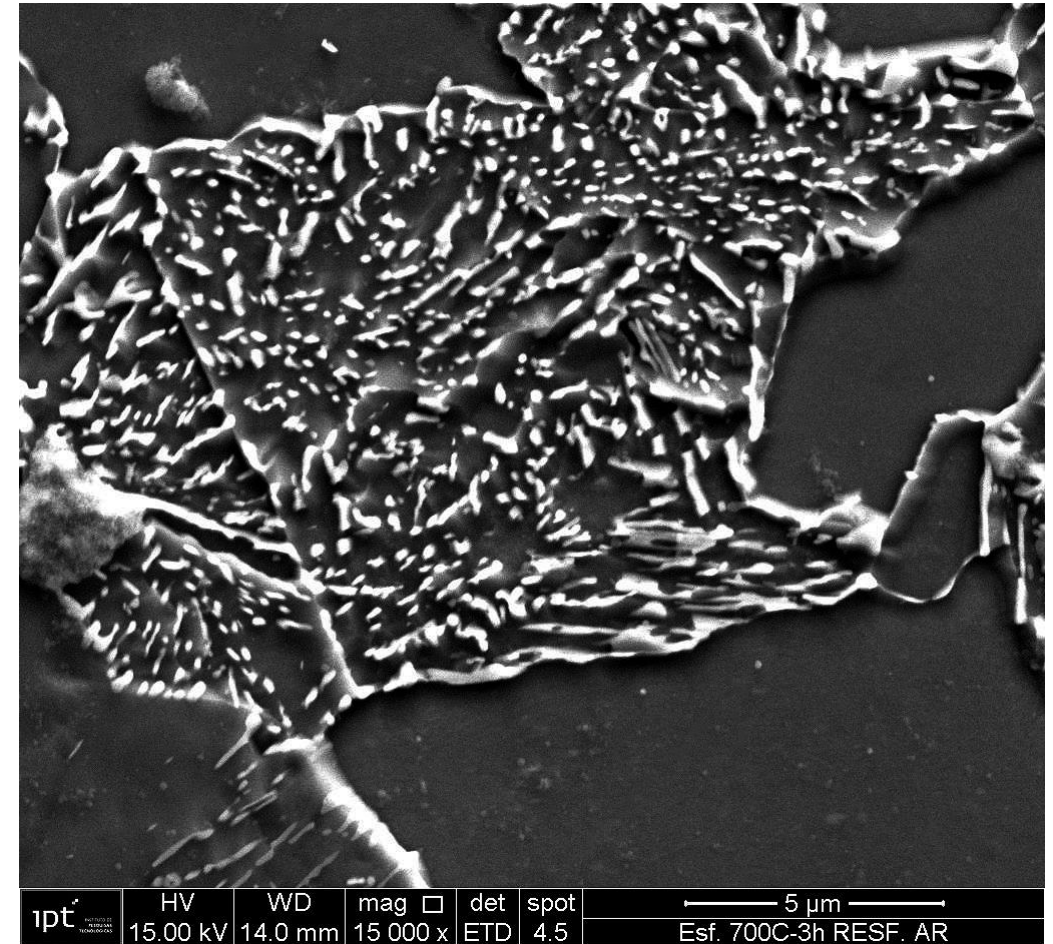
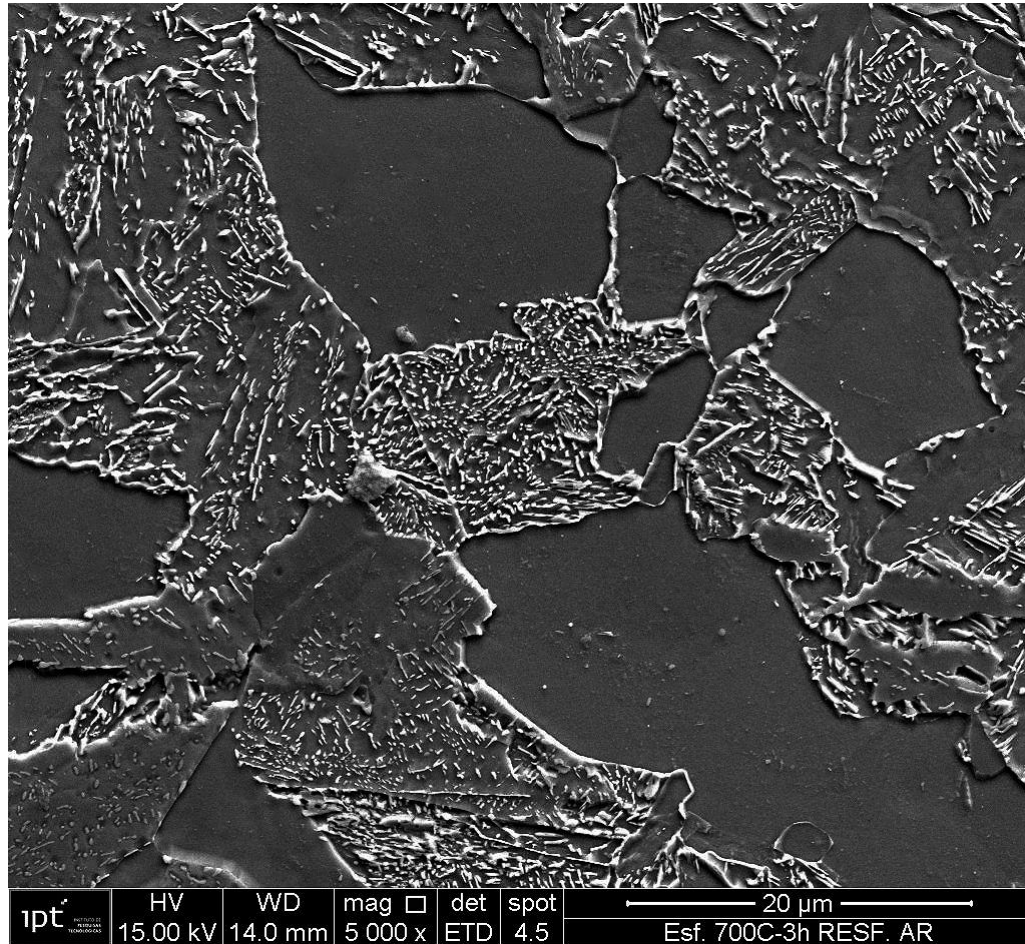
Microestrutura – Subcrítico



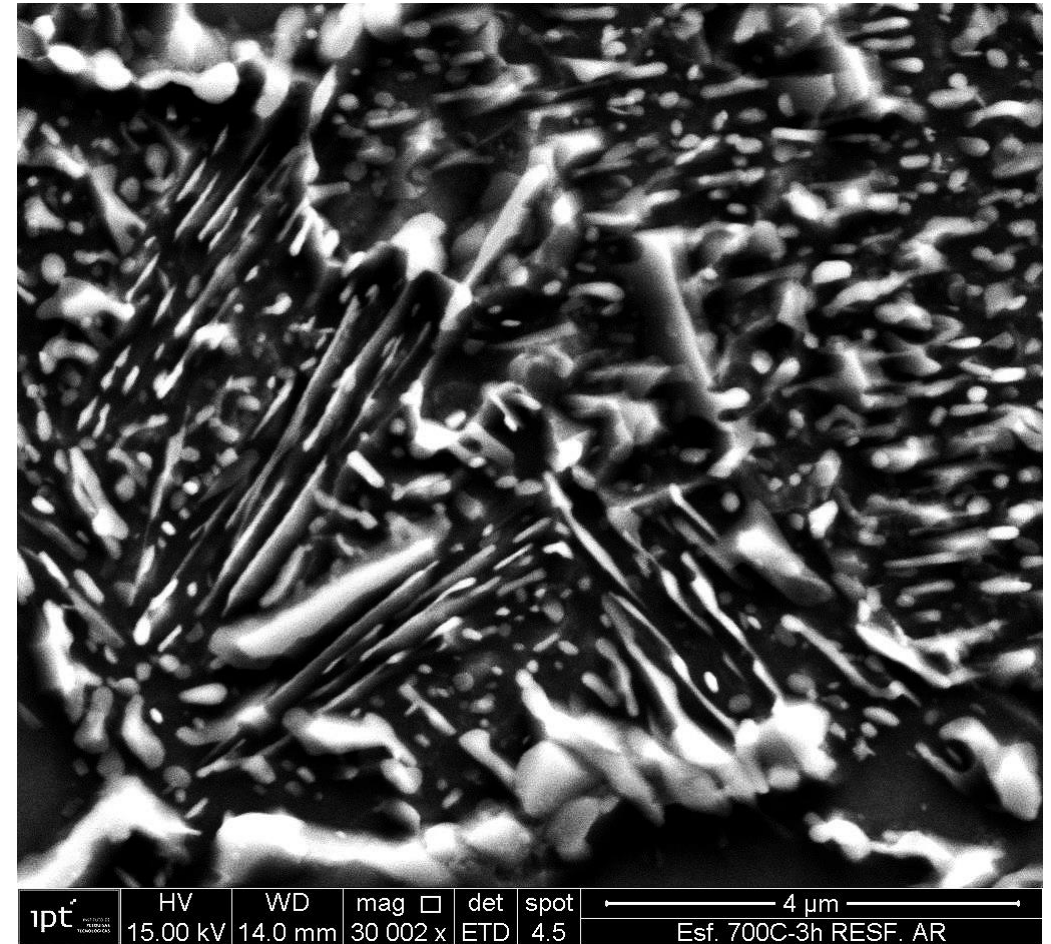
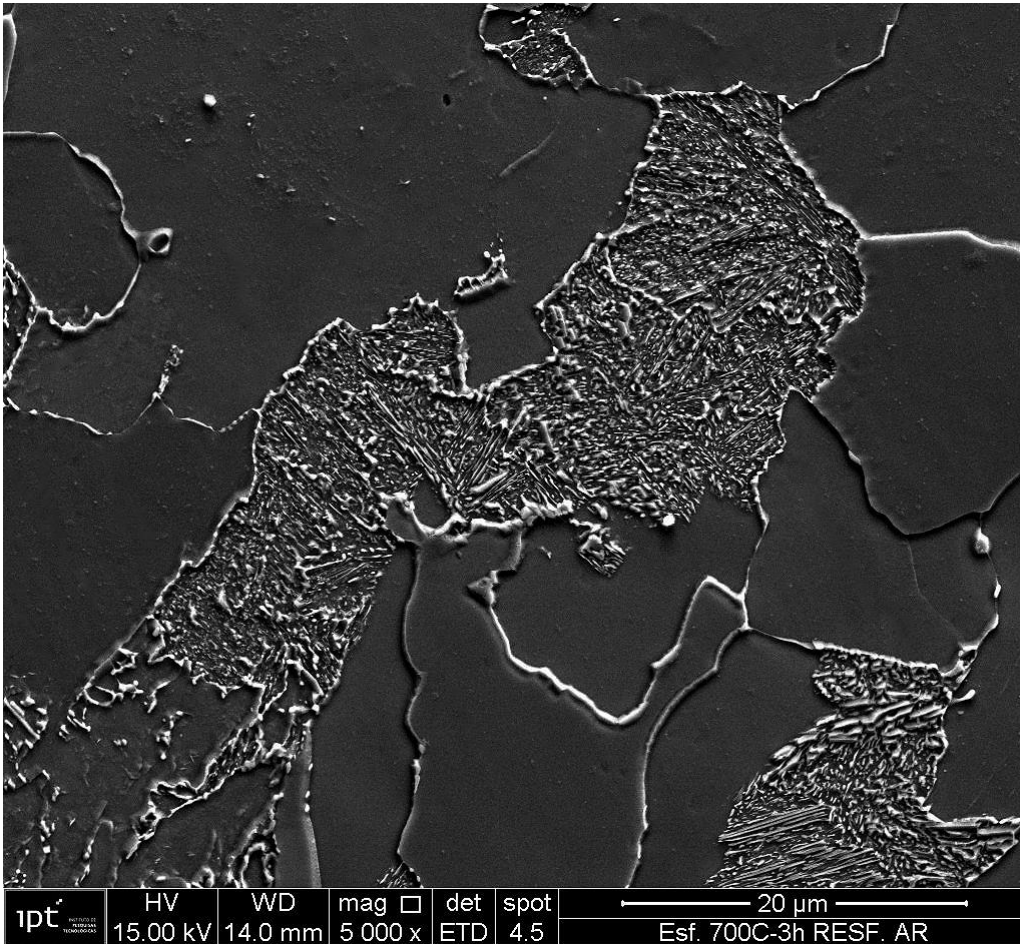
Microestrutura – Intercrítico



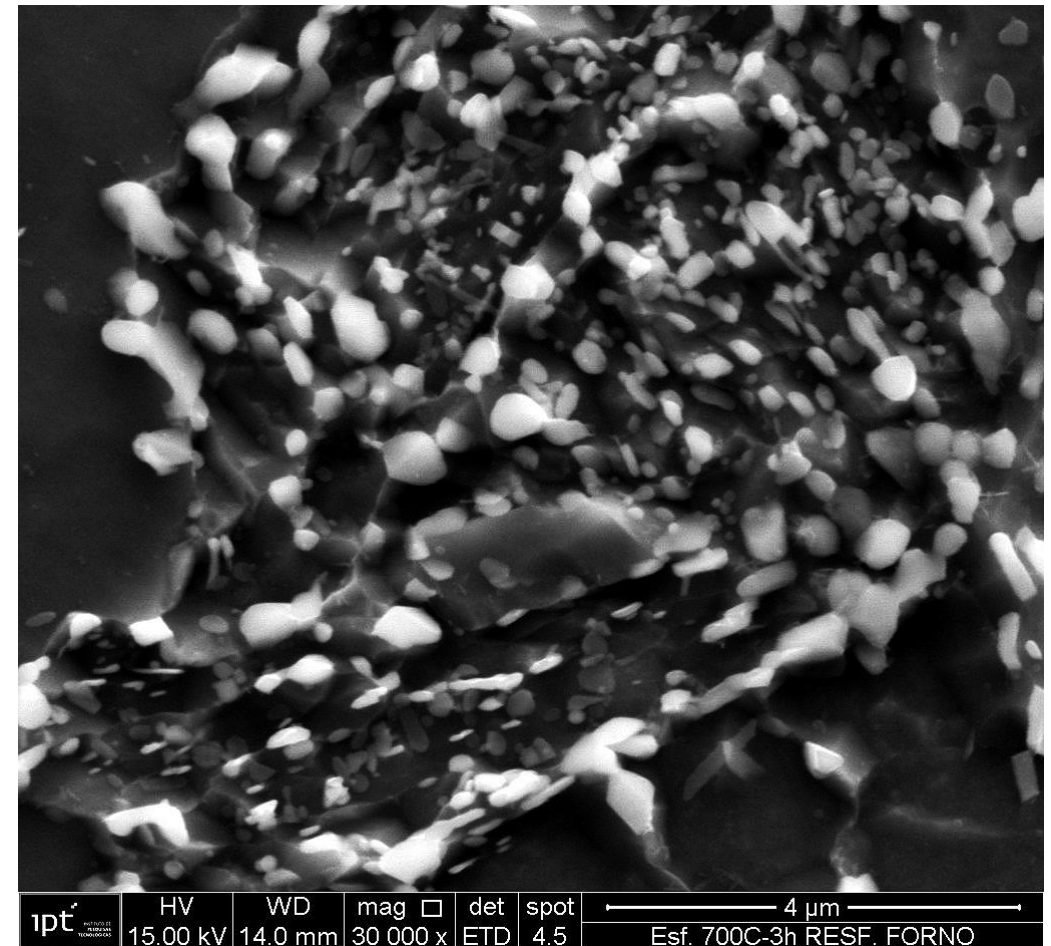
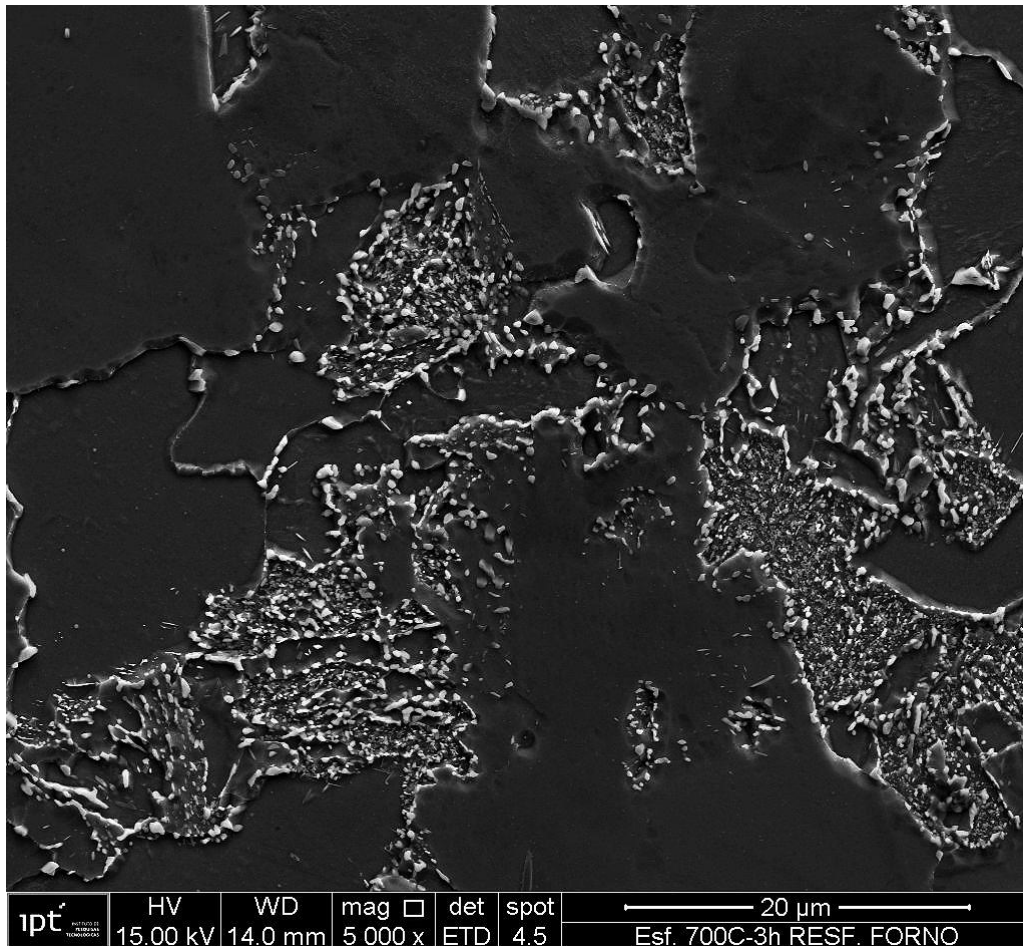
Microestrutura – Crítico_Ar



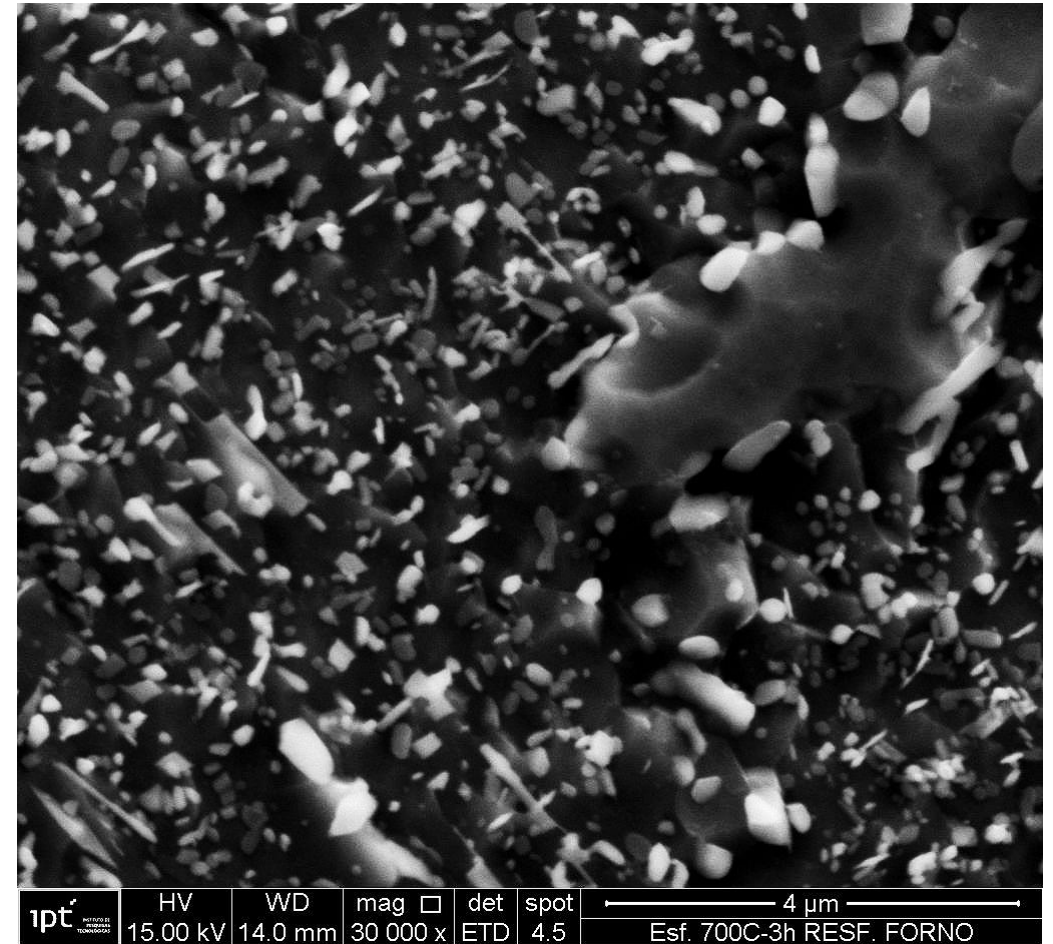
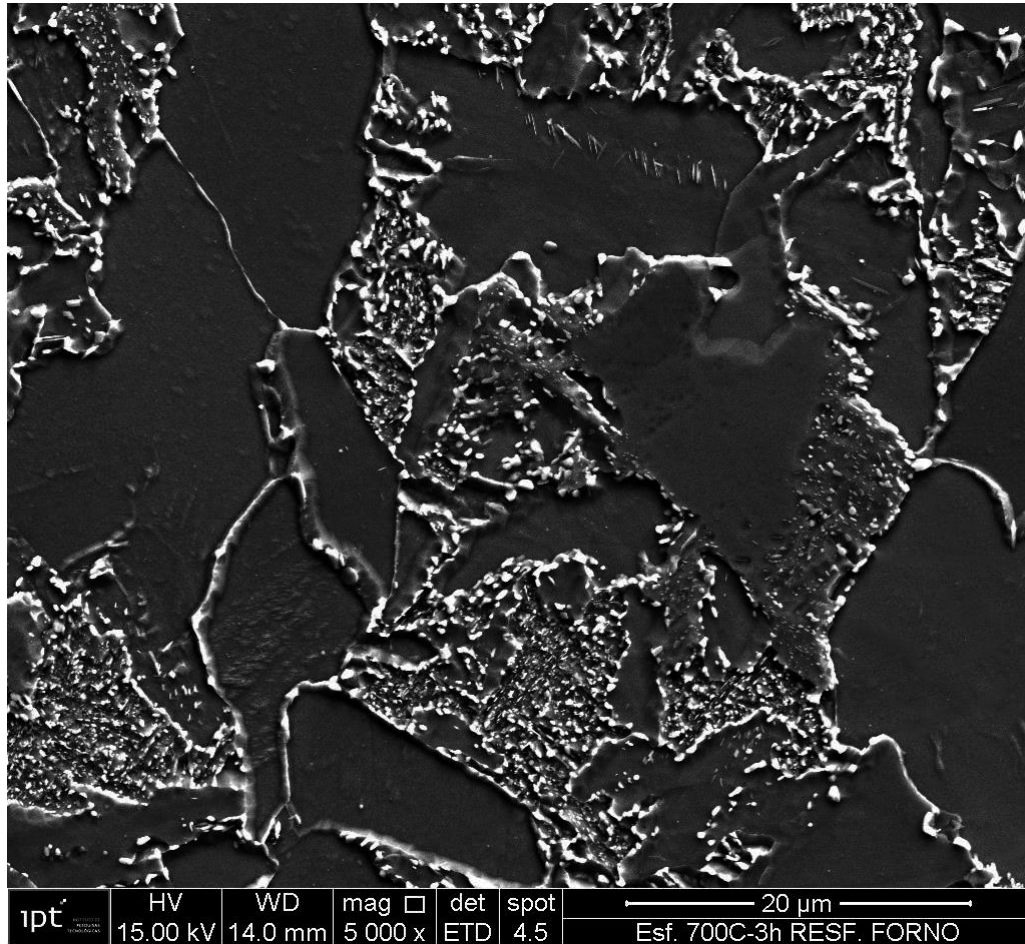
Microestrutura – Crítico_Ar



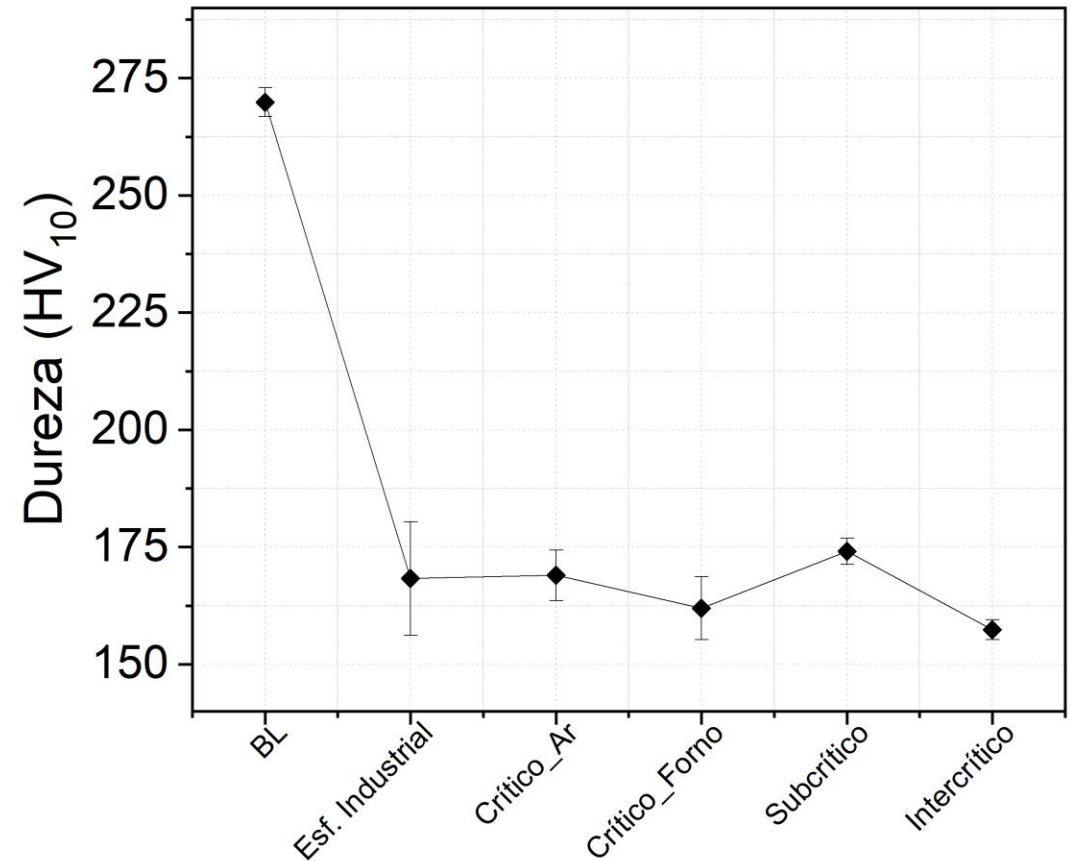
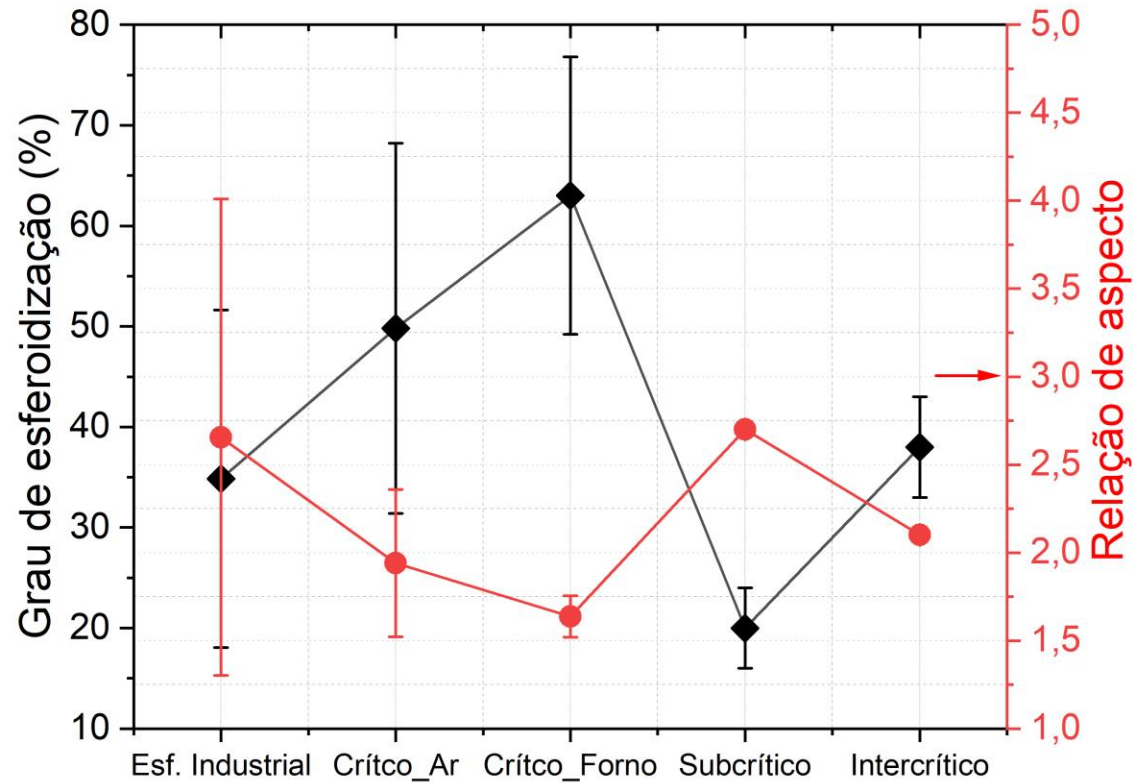
Microestrutura – Crítico_Forno



Microestrutura – Crítico_Forno

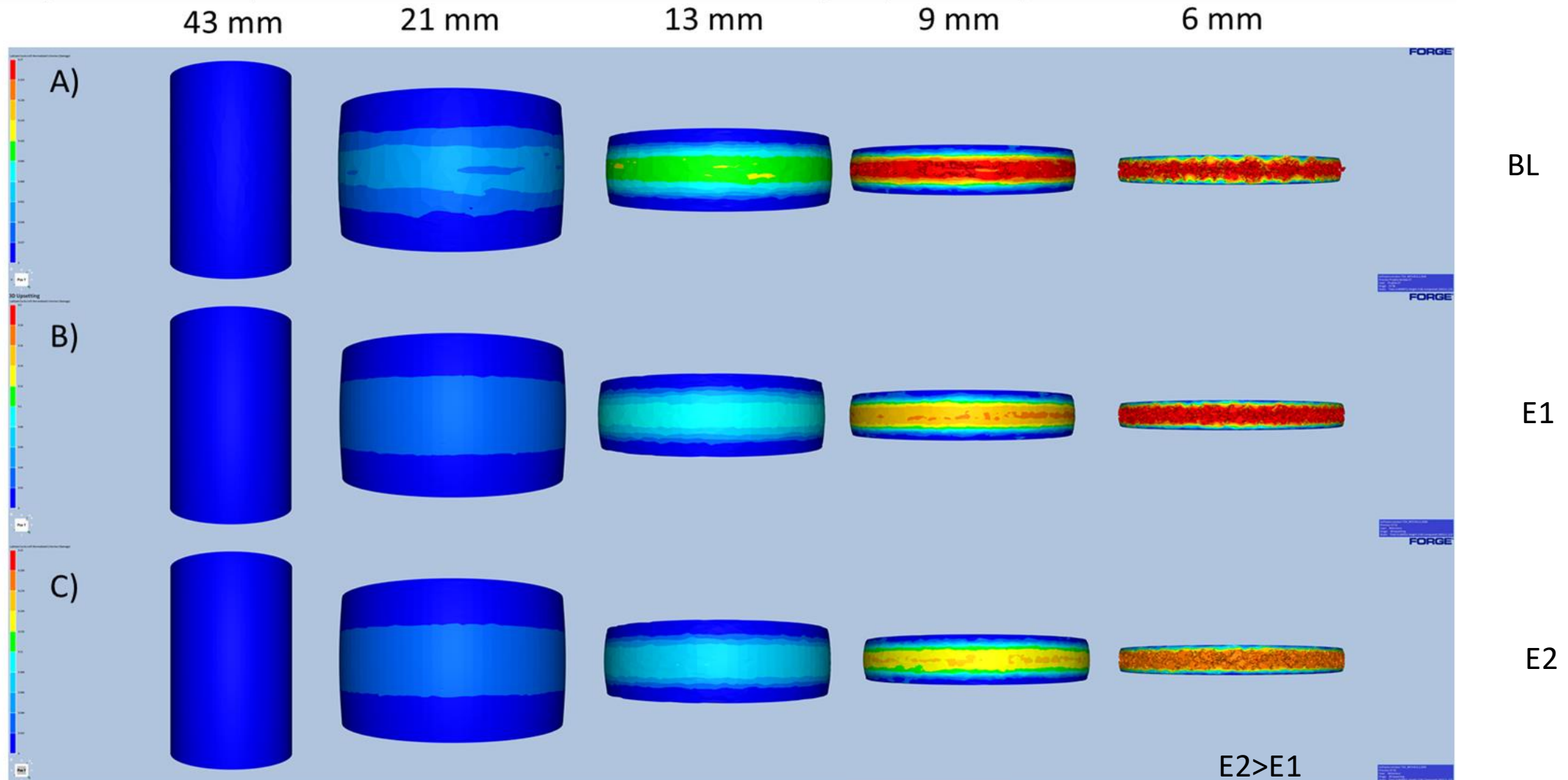


Grau de esferoidização x Dureza



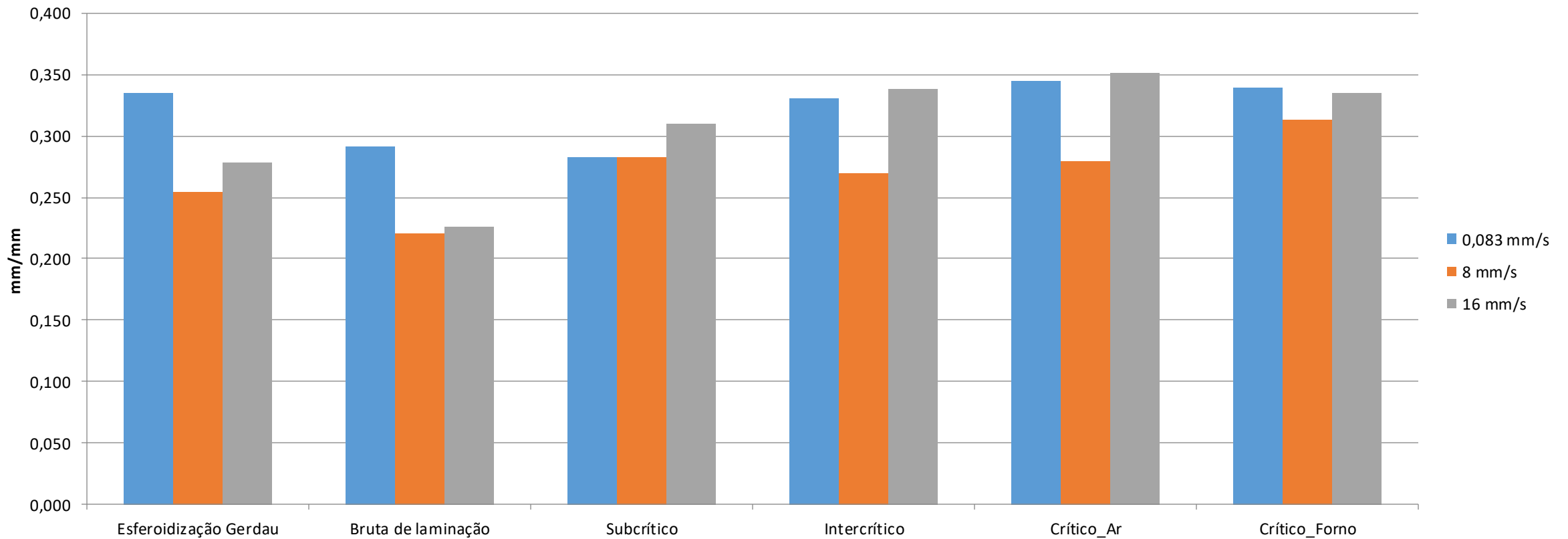


Simulação computacional (MEF)



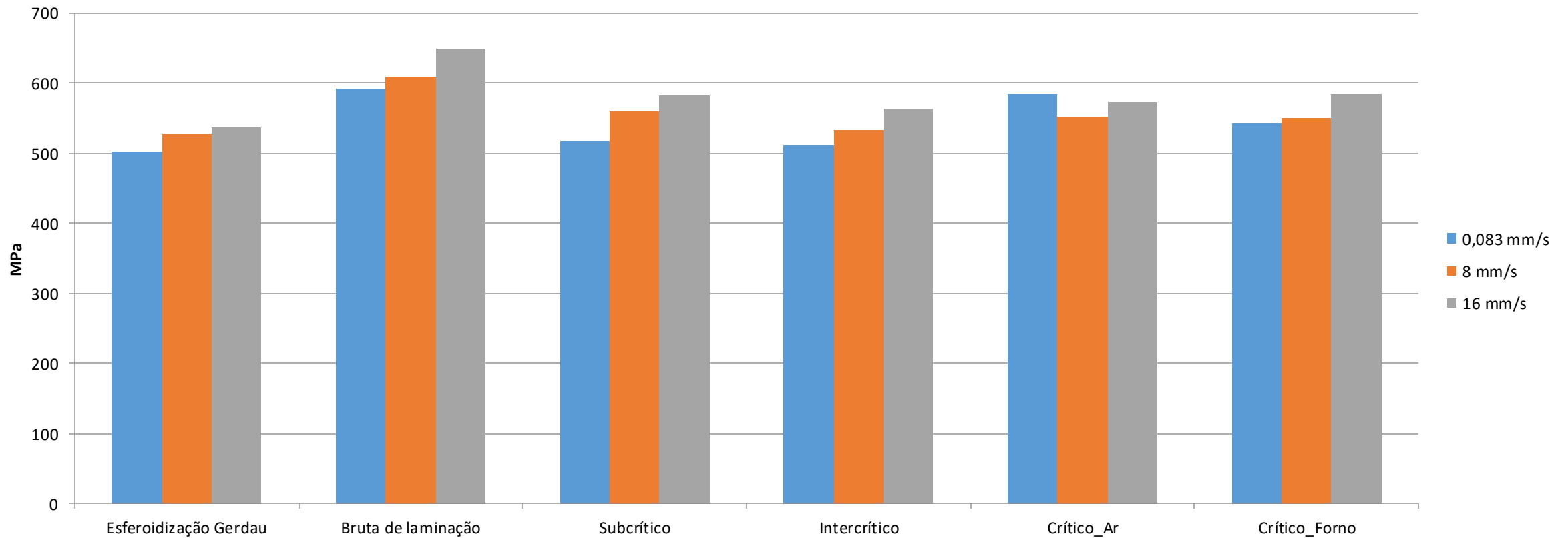
Ensaio mecânico

Deformação máxima



Ensaio mecânico

Tensão Máxima



Conclusões

- Foi observada a sensibilidade do tratamento com relação à temperatura de processo
- Tratamentos de esferoidização próximo à temperatura AC1 aceleraram o processo de esferoidização e alcançaram melhores resultados
- Caso a temperatura do tratamento ultrapasse a temperatura AC1, ocorre a austenitização parcial do material induzindo assim a formação de austenita retida e/ou M/A
- Com o trabalho foi possível estabelecer uma relação entre parâmetros de processo (tratamento térmico), microestrutura e propriedade mecânica
- Com a relação estabelecida, foi possível alterar parâmetros industriais e reduzir tempo e energia de processo para obter melhores resultados (conformabilidade)
- Dureza e Limite de escoamento não são propriedades afetadas diretamente pelo tratamento térmico de esferoidização
- Alongamento na ruptura é a propriedade mais afetada pelo tratamento térmico