

# Efeito de Diferentes Rotas de Processamento Termomecânico nas Propriedades Mecânicas e Metalúrgicas do Aço DIN 20MnCr5

Autor: Gabriel Grazziotin – Graduando Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Alexandre da Silva Rocha

Laboratório de Transformação Mecânica - LdTM



## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o consumo de energia elétrica pelo setor industrial representou 23% do total consumido no ano de 2016. Diante deste cenário, na indústria de transformação mecânica, novos materiais e métodos estão sendo inseridos gradativamente de forma a reduzir o consumo de energia. O objetivo deste trabalho foi abordar novas rotas de processamento em uma fabricação por forjamento e ter como resultados propriedades similares ou superiores às obtidas em processos convencionais.

## 2. METODOLOGIA

O processamento termomecânico convencional consiste no aquecimento do material posterior ao forjamento e resfriamento rápido (têmpera), com subsequente tratamento de revenimento. A nova proposta consiste de um resfriamento controlado (em dois meios, ar e óleo) logo após o forjamento, com três deformações relativas de 20, 40 e 60%, descartando a necessidade de um novo aquecimento e também revenimento, conforme a Figura 1.

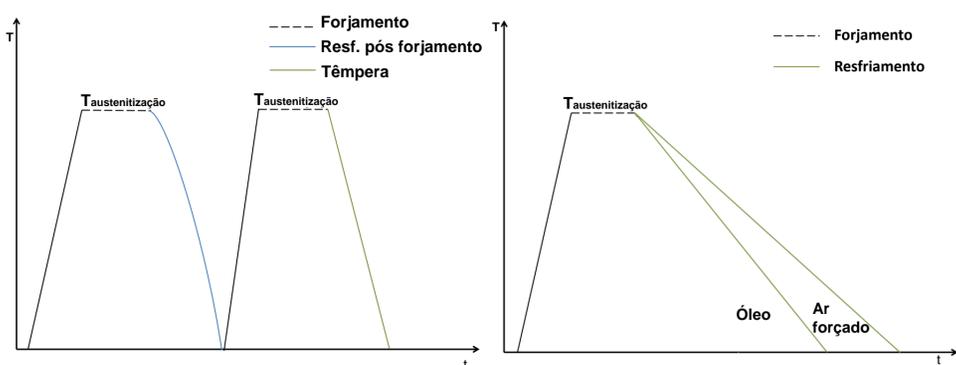


Figura 1 – Rota de fabricação por forjamento convencional (esquerda) e nova rota sugerida (direita).

Após os experimentos, as amostras foram submetidas à análises metalográficas e, também, de microdureza. Além disso, as amostras foram instrumentadas nas condições de deformação 20, 40 e 60% e, dessa forma, foram determinadas as curvas de resfriamento das peças.

## 3. RESULTADOS

### • Curvas de resfriamento:

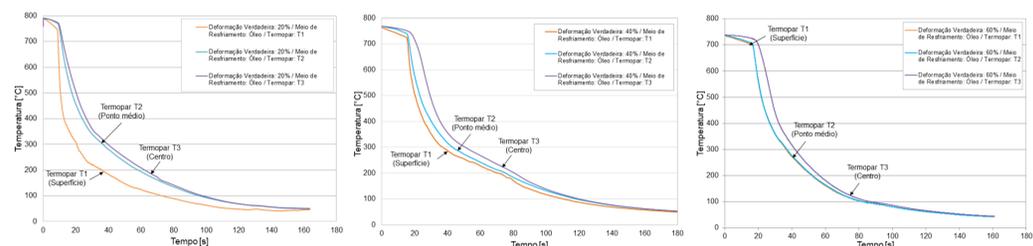


Figura 2 – Curva de resfriamento do forjamento com resfriamento ao óleo simulando a peça recém saída da prensa.

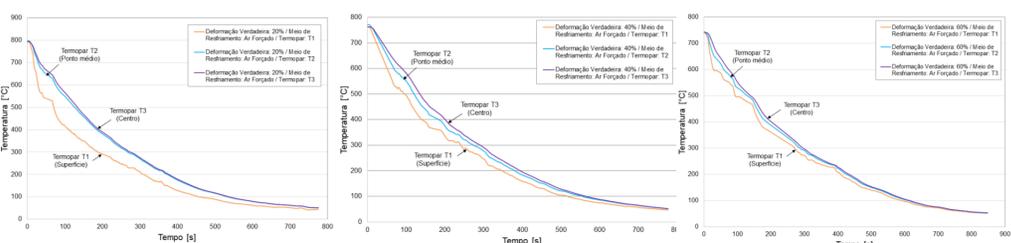


Figura 3 – Curva de resfriamento do forjamento com resfriamento ao ar forçado simulando a peça recém saída da prensa.

### • Metalografias:

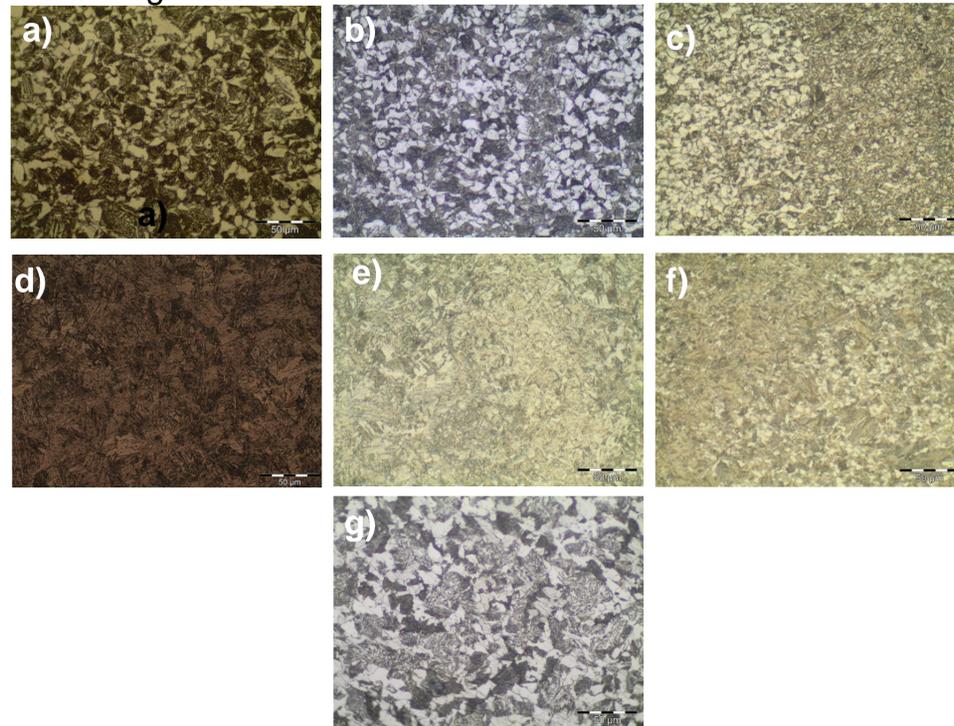


Figura 4 – Micrografia das amostras: a) ar forçado, deformação de 20%; b) ar forçado, deformação de 40%; c) ar forçado, deformação de 60%; d) Óleo, deformação de 20%; e) Óleo, deformação de 40%; f) Óleo, deformação de 60%; g) Peça original.

### • Microdurezas:

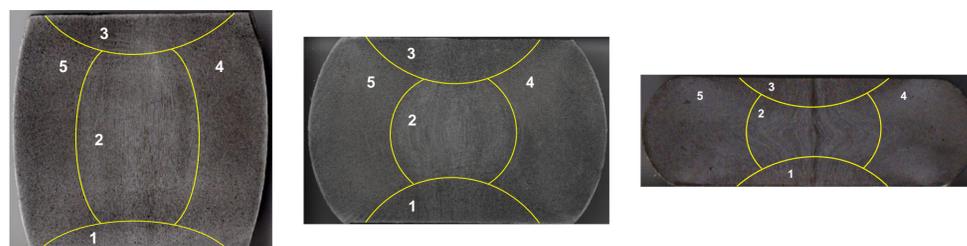


Figura 5 – Macrografias das peças forjadas com as três reduções: da esquerda para a direita, 20, 40 e 60%; regiões das medidas de microdureza.

Tabela 1 – Medidas de microdurezas HV1. Medidas para a peça com redução de 20% não foram realizadas devido às dimensões incompatíveis com o microdurômetro.

Região	Óleo			Ar		
	20%	40%	60%	20%	40%	60%
1	*	433.57	418.46	*	281.75	309.90
2	*	415.60	433.31	*	266.14	261.15
3	*	444.84	442.98	*	293.25	297.18
4	*	440.00	465.26	*	297.49	294.87
5	*	461.72	464.33	*	289.06	283.11

## 4. CONCLUSÕES

- O resfriamento com óleo gerou uma microestrutura martensítica em ripas; No resfriamento com ar, a microestrutura era composta de ferrita e perlita;
- Observou-se uma microestrutura distinta nas zonas de fluxo (mais evidente nas peças com redução de 60%) do material (billet). Na peça resfriada com ar, a zona de fluxo apresentou microestrutura com perlita e/ou bainita; em óleo, martensita;
- A perda térmica nas peças teve influência da geometria final após o forjamento; sendo que, a maior perda térmica dá-se na peça com redução de 60%, seguida pelas de 20 e 40%.

## 5. AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer o CNPq no âmbito do processo nº 126463/2017-4 pelo auxílio em bolsa de iniciação científica e também a CAPES pelo projeto CAPES-Bragecrim número 88887.142483/2017-00.