

# FUNDAMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE BARRAS DE QUALIDADE ESPECIAL – PARTE II

Metalurgista Industrial

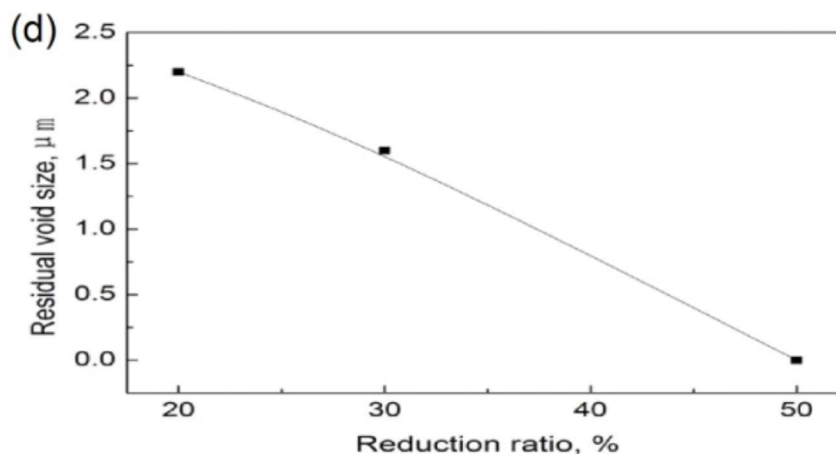
junho 2019

[www.metalurgistaindustrial.com.br](http://www.metalurgistaindustrial.com.br)

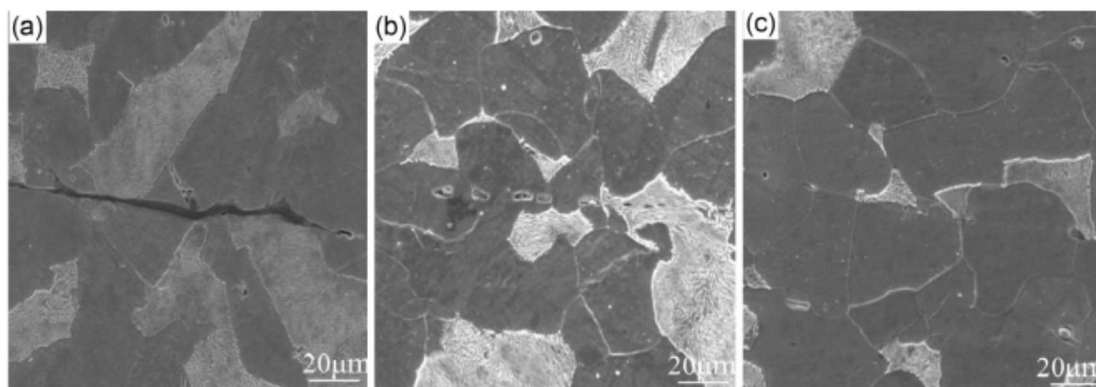
A Parte I desta resenha de casos abordou a distinção entre barras de aço comerciais e as de qualidade especial. Ênfase foi conferida ao papel exercido pelas inclusões não metálicas e o conceito de aço limpo (*clean steel*) como requisitos para qualificação dessas barras quando destinadas a aplicações mais exigentes. Nessa Parte I, foi também mencionado o segundo fator preponderante nessa qualificação, a taxa de redução sofrida pela operação de laminação a quente dessas barras. Esse é o assunto abordado nesta Parte II.

## Remoção de descontinuidades por caldeamento

A taxa de redução auferida por um aço laminado a quente provoca alterações em suas propriedades mecânicas. Taxas de redução mais elevadas conferem aumento do limite de alongamento, da resistência à tração e da ductilidade. A resistência ao impacto também é consequentemente elevada com o grau de trabalho mecânico. Esses fenômenos de alterações das propriedades com o aumento das taxas de redução devem-se ao melhor controle da homogeneidade microestrutural do material laminado e à remoção de descontinuidades (trincas, vazios e poros) geradas durante as operações de lingotamento contínuo. A figura a seguir mostra a dependência entre a taxa de redução e o tamanho de vazios (*cracks and voids closure*):




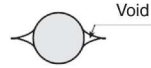





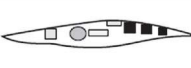


Já a figura em prosseguimento ilustra micrografias de extinção de trincas sob taxas de redução de (a) 5%; (b) 20% e (c) 50%



## Morfologia das inclusões não metálicas

As inclusões não metálicas sofrem alterações em suas morfologias quando submetidas a trabalho a quente, como ao lado ilustrado em antes e depois. As inclusões dúcteis são deformadas e alongadas na direção de laminação. As menos dúcteis são quebradas e formam cadeias de fragmentos.

Trincas eventualmente oriundas desse processo de alterações morfológicas sofrem caldeamento em maior ou menor grau dependendo das taxas de redução conferidas aos aços.

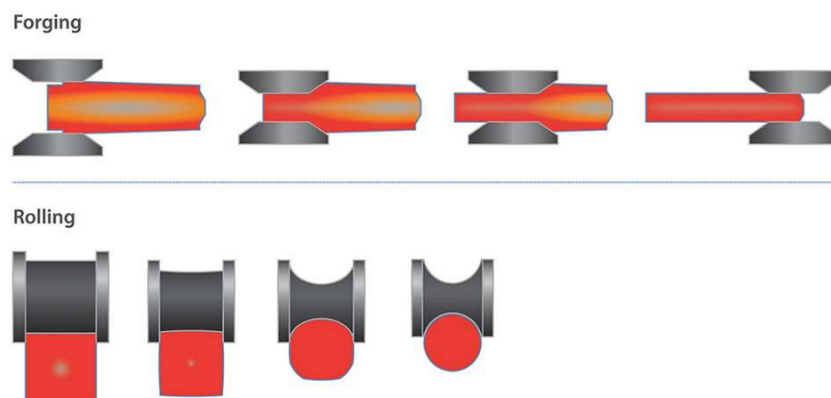
Before hot working	After hot working	
		Void "hard" inclusion
		
		
		Complex inclusion
		Plastic inclusion

## Similaridade com forjamento

O processo de remoção de descontinuidades por caldeamento em laminação a quente quando o aço é submetido a altas taxas de redução, pode ser definido como similar a um forjamento (*forging-like*), ou *forged - rolled process*.

As barras para aplicações especiais sempre foram original e tradicionalmente produzidas por forjamento a partir de lingotes convencionalmente lingotados. O processo de *forged - rolled* pode ser entendido como um *remake* de um clássico laminador de blocos (*blooming mill*) operado a partir de lingotes.

Os modernos laminadores de barras produzidas a partir de blocos de grandes dimensões continuamente lingotados buscam simular as operações de conformação mecânica por forjaria em *breaking mills*, como ilustrado abaixo. Diversos produtores de barras classificadas como de qualidade especial ainda conservam as tradicionais linhas de forjamento com o propósito de máximo combate à ocorrência de porosidades internas nas barras de aço. São apostas empresariais em máximo aprimoramento dos patamares de qualidade de produto associados a rígidos sistemas de controle *on-line* de qualidade por ultrassom.



Em suma, a produção de barras de aço de qualidade especial reúne um comprometimento entre a máxima redução de inclusões não metálicas e segregações, que é obtida por meio das modernas máquinas de lingotamento contínuo de blocos de grandes espessuras, e a aplicação de elevadas taxas de redução nas operações subsequentes de laminação a quente.