

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

**Metalurgista Industrial**

junho 2019

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

Este metalurgista industrial foi convidado a assessorar ensaios mecânicos em duas barras de aço de baixa liga, que incluíam têmpera e revenimento. Esses testes eram de cunho acadêmico. Aços de baixa liga exibem propriedades mecânicas superiores às dos aços-carbono como resultado de adições de elementos de liga como níquel, cromo e molibdênio. O conteúdo total de ligas varia de 2% em peso até logo abaixo dos aços inoxidáveis, que contêm um mínimo de 10% de Cr em peso.

As barras foram adquiridas em distribuidores. Uma era originária de um reputado produtor. A outra foi questionada por este metalurgista industrial quanto à qualificação de sua origem. Ambas eram acompanhadas de certificados de composições químicas como de praxe.

Um primeiro passo foi, então, proceder a uma análise química das duas barras. As composições conferiram. Aliás, cabe mencionar que no conjunto de etapas que compõem o processamento das ligas metálicas, as mais simples são as de adições de elementos de ligas e ajustes de composições químicas. Nas modernas aciarias isso é feito automaticamente de acordo com os tipos de aços fabricados. As amostras são sempre retiradas do metal no estado líquido, pois este é homogêneo e as amostras refletem o todo.

A dúvida suscitada quanto à procedência de uma das barras motiva o objeto desta resenha de casos. As barras de aços de baixa liga inserem-se entre as denominadas de qualidade especial (special quality bars – SQB ou engineering steels).

A seguir, imagens de duas barras de aço coletadas no site de um produtor norte-americano de barras de aço. A da esquerda é qualificada como de qualidade especial. A da direita, qualidade comercial. À vista, são indistinguíveis. Ambas até podem ter a mesmas composições químicas, mas diferem em muito nas respectivas aplicações finais a que são destinadas, pois suas propriedades mecânicas não são as mesmas. A composição química é condição necessária, mas não suficiente para qualificá-las como especiais.



## O que diferencia barras de aço carbono especiais das barras comerciais

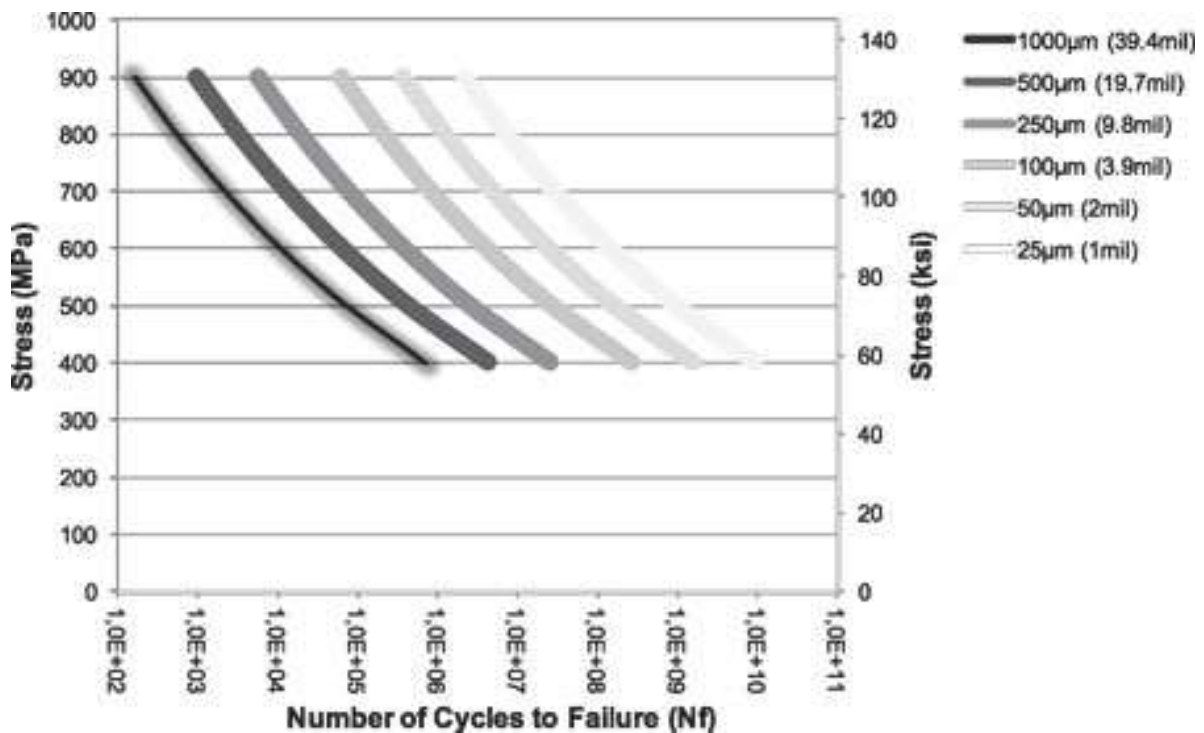
As barras comerciais são produzidas sob as formas de redondos, planos, quadrados, canais e perfis angulares. As de qualidade especial sob as formas de redondos, planos, quadrados hexágonos e produtos tubulares. Ambas as barras são produzidas em aços – carbono, ou, no caso das especiais, também em aços ligados.

As barras comerciais são utilizadas em aplicações não críticas que não demandam nenhuma ou pouca usinagem, e são fabricadas a partir de tarugos como lingotados que não sofrem tratamento de condicionamento.

As de qualidade especial, por sua vez, são produzidas para aplicações mais especializadas e exigentes que podem ser resumidas no quanto de tensão essas barras podem suportar, como quando são submetidas a cargas de fadiga de elevados ciclos.

Nesse aspecto de propriedades dinâmicas, o fator limpeza do aço exerce papel fundamental. Isso significa os menores níveis possíveis de segregação interna, incidência de inclusões não metálicas e defeitos superficiais.

A figura a seguir mostra relação entre o tamanho de inclusões, tensão e número de ciclos para falha em um teste de fadiga de dobramento rotativo:



Abaixo, uma seção de amostra exposta a carga de contato cíclica, típica de rolamentos. No centro, uma inclusão com trinca associada:



Em suma, as barras de qualidade especial tornaram-se de emprego obrigatório em componentes nos quais resistência à fadiga e durabilidade são mandatórios, tais como os sujeitos à aplicação de cargas de rotação, torção e dobramento.

Tais aplicações são encontradas nas indústrias automobilística, ferroviária, naval, aeroespacial e de mineração; nos setores de agricultura, óleo e gás, geração termelétrica, hidráulica, de defesa e nuclear; na fabricação de turbinas, de produtos químicos e petroquímicos e industrial em geral.

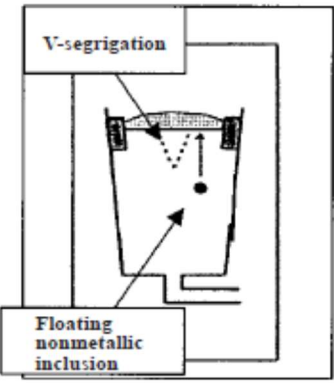
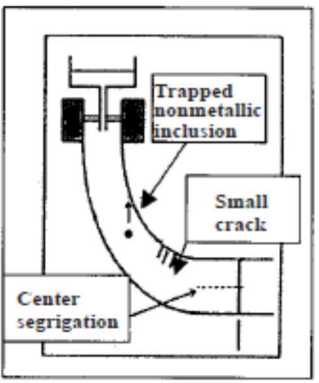
### **Analogia com a produção de chapas grossas**

Um paralelo interessante, que merece ser abordado nesse contexto de barras de qualidade especial, pode ser feito com o relacionado com a produção de chapas grossas de elevada espessura para utilização em trocadores de calor (*boilers*).

Essas chapas grossas eram inicialmente produzidas via lingotamento convencional de modo a assegurar estabilidade e qualidade de propriedades mecânicas na direção da espessura. Essa questão relativa à anisotropia é abordada na Resenha Técnica de Eng. de Metais Anisotropia em Metais.

Com o advento do lingotamento contínuo e suas vantagens intrínsecas, a produção dessas chapas grossas foi transferida para esse processo inicialmente em máquinas de molde curvo. O que se observou foi o acúmulo de inclusões não metálicas na face interna de menor raio e sua fácil condição de flotabilidade no lingotamento convencional.

Essa questão de inclusões não metálicas e segregação, e a adoção de máquinas de molde reto ou inteiramente verticais por parte dos produtores de barras de qualidade especial, é detalhadamente abordada na Resenha Técnica de Tecnologias de Processos Princípios do Lingotamento Contínuo de Metais - Parte IV - Placas e Blocos.

		Ingot casting	Continuous casting
Traditional casting process	Outline		
	Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Advantage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonmetallic inclusion float easily</li> <li>• Applicable to many kinds of size</li> <li>• Applicable to small lot of order</li> </ul> </li> <li>○ Disadvantage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inefficient productivity</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Advantage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficient productivity (Accelerated cooling, omission of slabbing process)</li> </ul> </li> <li>○ Disadvantage <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trapping inclusion</li> <li>• Center segregation</li> <li>• Almost constant size of slab</li> <li>• Not applicable to small lot of order</li> </ul> </li> </ul>

### Efeito concomitante da taxa de redução

Não só essa questão de inclusões não metálicas intervém na especial qualificação para barras de aço. Também, e igualmente relevante, há o aspecto da taxa de redução, que motivou a notícia reproduzida a seguir. Os destaques foram assinalados por este metalurgista industrial.

Em laminação, a taxa de redução é definida como o decréscimo em área entre cadeiras de um laminador, expressa como uma percentagem da área de entrada do material:

$$R = [(A_{\text{entrada}} - A_{\text{saída}}) / A_{\text{entrada}}] \times 100$$

Esse efeito da taxa de redução é o assunto da Parte II desta resenha de casos.

### Gerdaul to Increase Bloom Size at Michigan SBQ Mill as Part of Clean-Steel Initiative

Gerdaul's special-bar-quality (SBQ) steel mill in Monroe, Mich., will transition to a 240-mm square bloom this September as part of an overall initiative **to enhance the steel cleanliness** necessary for evolving critical applications in the automotive market and other industries. This project is an expansion of the capability of the mill's continuous-casting machine, which was originally installed in 2012. The switch to **a larger section size will result in a greater reduction ratio**, improved surface quality and cleaner steel with fewer inclusions.