

## Influência dos elementos químicos no Aço

- Al Alumínio** - ponto de fusão 980 C°. É utilizado principalmente como desoxidante no processo de refino e aço líquido. Também combina com nitrogênio, reduzindo sua suscetibilidade do aço ao envelhecimento pela deformação. Em pequenas adições, impede o crescimento dos grãos dos aços. Favorece, após laminação a frio seguida de recozimento, de uma textura adequada para estampagem.
- B Boro** - ponto de fusão 2.300 C°. Aumenta a profundidade da camada temperada, homogeneizando a dureza obtida, especialmente no núcleo de aços temperados, sendo mais eficaz que outros elementos de liga e utilizando na faixa de 0,0005 a 0,0050%. Nos aços inoxidáveis austeníticos, aumenta o limite elástico, diminuindo a resistência à corrosão.
- C Carbono** - ponto de fusão 3.650 C°. É o principal elemento de liga do aço. Por definição, "Aço é a liga ferro-carbono, contendo até 2,11% do peso em carbono." No aço o carbono encontra-se misturado no ferro ou na forma de carbonetos de maior dureza com o ferro, formando a cementita ou Fe<sub>3</sub>C, ou com outros elementos, tais como o cromo, molibdênio ou vanádio. Portanto, pode-se que a principal propriedade conferida ao aço pelo carbono é a dureza. Aumenta também, o limite de resistência à tração e a temperabilidade, mas diminui a tenacidade e soldabilidade.
- Co Colbato** - ponto de fusão 1492 C°. Aumenta a resistência ao revenimento, a condutividade térmica e aumenta consideravelmente o magnetismo residual, aumentando também o limite de resistência à tração a quente. Não é elemento formador de carbonetos.
- Cr Cromo** - ponto de fusão 1860 C°. Elemento que favorece a formação de carbonetos em um aço. Por conseguinte, aumenta a dureza e a resistência à tração do aço. Aumenta também, a temperabilidade e a resistência a corrosão, inclusive atmosférica, mas diminui um pouco a tenacidade e bastante soldabilidade. Em média, o limite de resistência a tração aumenta 8 a 10kg/mm<sup>2</sup> com a adição de 1% de cromo, mas a resistência ao impacto diminui. É o principal elemento de liga no aço inoxidável comum, quando é utilizado em teores a partir de 11%.
- Cu Cobre** - ponto de fusão 1084 C°. Melhora os limites de resistência à tração e o limite de escoamento dos aços, mas diminui as propriedades de elasticidade. Em pequenas quantidades, torna o aço resistente à corrosão atmosférica. Pode produzir fragilização a quente, por isso costuma ser utilizado em conjunto com o níquel.
- H Hidrogênio** - ponto de fusão -262 C°. Elemento indesejável, porque fragiliza o aço, diminui a tenacidade especialmente em peças espessas ou soldadas principalmente quando feitas em aços com bandeamento e segregações. Pode ser introduzido durante o processamento do aço, por exemplo, na fabricação ou na soldagem, ou na sua utilização em meios corrosivos.
- Mb Molibdênio** - ponto de fusão 2.620 C°. Aumenta a resistência a quente e, em presença do níquel e do cromo, aumenta o limite de resistência a tração e o limite de escoamento. O molibdênio dificulta o forjamento, melhora a temperabilidade, a resistência a fadiga e propriedades magnéticas. Exerce notável influência nas propriedades da solda. É elemento formador de carbonetos. Em aços rápidos, aumenta a tenacidade, mantendo as propriedades de dureza a quente retenção de corte. Substitui o tungstênio para a formação de carbonetos, na proporção de 1% de molibdênio para 2% de tungstênio.
- Mn Manganês** - ponto de fusão -1.244 C°. Aumenta a temperabilidade, a soldabilidade e o limite de resistência à tração. Elemento estabilizador da austenita, também altera a temperatura de transformação do aço. Permitindo obter refino de grão e melhoria da tenacidade durante a conformação a quente. Em condições específicas de processamento, auxilia na geração de uma estrutura bandada. Combina-se com o enxofre formando sulfeto de manganês (MnS) que se alonga durante a conformação plástica, e caso ocorra em grandes quantidades gera fragilidade no aço final. Em presença de carbono maiores teores de manganês aumentam muito a resistência à abrasão sendo esta a base dos aços Hadfield.
- N Nitrogênio** - ponto de fusão -210 C°. Prejudicial ao aço de baixa liga porque diminui a tenacidade, além de causar corrosão intergranular. Em aços inoxidáveis austeníticos, o nitrogênio
- Nb Nióbio** - ponto de fusão 2.468 C°. Pequenos teores deste elemento permitem aumentar o limite de resistência e limite de escoamento, pois promove o refino de grão e a geração de carbonitretos no interior do aço. O nióbio permite utilizar menos teores de carbono e manganês, assim melhorando a soldabilidade e a tenacidade dos aços e tornando-se a base de aços de alta resistência e baixa liga.
- Níquel** - ponto de fusão 1.453 C°. Confere ao aço maior penetração de tempera, homogeneizando a dureza obtida. Diminui consideravelmente a velocidade crítica de resfriamento. O níquel é um elemento estabilizador da austenita e quando ligado ao cromo, aumenta a tenacidade do aço beneficiado, especialmente em temperaturas mais baixas. Auxilia a resistência à corrosão atmosférica e em grandes teores, junto ao cromo torna o aço resistente ao calor e à corrosão. Influi diretamente para que o grão se torne mais fino. Não é elemento formador de carbonetos.
- P Fósforo** - ponto de fusão 44°C. É encontrado em teores sensíveis nos aços, como consequência de contaminação da matéria-prima, sendo normalmente uma impureza indesejável. É nocivo a qualidade do aço especialmente porque acentua a tendência a segregação, aumenta a dureza da fase ferrítica e a tendência de fragilização dos aços. Porém, pode ser utilizado em aplicações específicas como em aços para usinagem fácil, resistentes à corrosão atmosférica endurecíveis por tratamento em estufa (bake hardening).
- Pb Chumbo** - ponto de fusão 327 C°. Quando adicionado em teores de 0,15% a 0,50% em função de sua distribuição fina e homogênea no aço, resulta na formação de cavacos finos e curtos, melhorando a usinabilidade sem afetar as propriedades mecânicas. Foi utilizado para recobrimento superficial dos aços e muito utilizado em tratamentos de austêmpera, conhecidos como patenteamento. Atualmente tem sido substituído por banhos de sais fundidos.
- S Enxofre** - ponto de fusão 118 C°. Existe em todos os aços de impureza. Produz sulfetos que se deformam sob conformação produzindo heterogeneidades no aço além de também ocorrer em segregações com grande potencial de redução da tenacidade dos aços. Pode ser utilizado em aços resulfurados nos quais altos teores de enxofre, na forma de sulfeto de manganês do tipo II, facilitam a usinagem.
- Se Selênio** - ponto de fusão 217 C°. É usado da mesma forma que o enxofre para melhorar a usinabilidade dos aços, tendo a vantagem de apresentar resultados mais eficazes, além de diminuir menos a resistência à corrosão em aços inoxidáveis.
- Si Silício** - ponto de fusão 1.410 C°. Eleva os limites de escoamento de resistência dos aços. Elemento estabilizador da ferrita e assim reduz a formação de carbonetos, auxiliando na decomposição da cementita (Fe<sub>3</sub>C) em ferrita. Prejudica o alongamento, a tenacidade, a condutividade térmica e a usinabilidade, mas aumenta a resistência à corrosão atmosférica. Um aço pode ser considerado aço ao silício apresentam boa capacidade de tempera, por ter reduzida velocidade crítica de resfriamento. Chapas de aço laminadas a frio com baixos teores de carbono e altos teores de silício possuem maiores permeabilidades magnéticas, sendo utilizados em motores e transformadores elétricos.
- Ti Tântalo** - ponto de fusão 1.660 C°. Adicionado em pequenas quantidades tem a função de estabilizar o crescimento de grão austenítico (em altas temperaturas), homogeneizar e refinar o grão. Também produz carbonitretos de alta dureza que elevam a resistência dos aços. Em certos aços inoxidáveis austeníticos, o titânio é adicionado em relações bem definidas com o carbono para estabilizar o aço contra a formação de carbonetos de cromo no contomo de grão.
- V Vanádio** - ponto de fusão 1.740 C°. Pequenas adições de vanádio aumentam a dureza a quente e diminuem o tamanho do grão. Nos aços rápidos o vanádio melhora a retenção do corte, aumenta o limite de resistência à tração e o limite de escoamento. Do ponto de vista de formação de carbonetos, substitui o molibdênio na proporção de 2:1 (Mo:V) e o tungstênio na proporção 4:1 (W:V).
- W Tungstênio** - ponto de fusão 3.380 C°. Aumenta o limite de resistência à tração, a resistência à brasão e a dureza a quente, mas reduz a condutividade térmica do aço. Usado em aço rápido, o tungstênio melhora a retenção do corte. É elemento formador de carbonetos de alta dureza.