

CLASSIFICAÇÃO DOS AÇOS CONFORME A NORMA SAE

Devido à grande variedade das propriedades mecânicas que permitem ser obtidas na fabricação dos aços, foram criadas normas específicas para reger as suas composições químicas e aplicações posteriores. Estas normas visam garantir as propriedades físicas e mecânicas dos aços na sua aplicação e servem de referência nas especificações de projetos e negociações entre fabricantes e usuários.

Cada país, segmento de mercado ou empresa fabricante pode ter norma própria ou basear-se em normas reconhecidas internacionalmente. Algumas grandes empresas que têm normas próprias para fabricação de aços, citam normas internacionais equivalentes para reger as vendas de seus produtos. Dentre as normas internacionais mais usadas para classificação de aço podemos citar: nos Estados Unidos a **SAE** (Society of Automotive Engineers), **ASTM** (American Society for Testing and Materials) e **ASME** (American Society of Mechanical Engineers); na Alemanha a **DIN** (Deutsches Institut für Normung); na Inglaterra a **BS** (British Standards); na França a **AFNOR** (Association Française de Normalização); no Japão a **JIS** (Japanese Industrial Standards); no Mercado Comum Europeu a **EN** (Euro Norm); e no Brasil destacamos a **ABNT** (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Neste boletim técnico detalharemos como é feita a classificação dos aços segundo a Norma SAE, que é a mais popular e a mais aplicada no mercado brasileiro para classificação de aços.



Foto 1: Barras forjadas de aço-carbono SAE 1045 (série 10XX) usadas na fabricação de eixos de moenda.

A identificação do aço pela norma SAE é feita por intermédio de 4 algarismos (Tabela 1), podendo ainda aparecer letras que individualizam a composição química. A composição do número é a seguinte:

Número SAE	X	X	X	X
	1º dígito	2º dígito	3º dígito	4º dígito

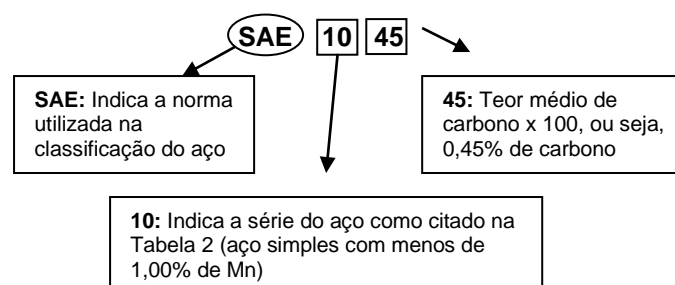
Tabela 1: Algarismos de identificação no padrão da Norma SAE.

- 1º dígito: Indica a classe do aço, segundo a Tabela 2.
- 2º dígito: Indica a variação nos teores dos elementos de liga.
- 3º e 4º dígitos: Juntos indicam o teor médio de carbono multiplicado por 100. Quando o teor de carbono é maior do que 1% utilizam-se 3 dígitos para a nomenclatura.
- Letra "B" - Aparece entre o 2º e 3º dígitos e indica a presença de Boro (*Boron*) no aço. Exemplo: SAE 15**B**35.
- Letra "L" - Aparece entre o 2º e 3º dígitos e indica a presença de Chumbo (*Lead*) no aço. Exemplo: SAE 12**L**14.
- Letra "H" - Aparece após o 4º dígito e indica os aços que têm uma variação na sua faixa de composição química normal.

Tipo de Aço	Denominação SAE
Aços Carbono	1XXX
Simples (Mn 1,00%, máximo)	10XX
Ressulfurado	11XX
Ressulfurado e refosforado	12XX
Com adição de Nióbio	14XX
Com Mn maior que 1,00%	15XX
Aços - Manganês	13XX
Aços - Níquel	2XXX
Aços - Níquel - Cromo	3XXX
Aços - Molibdênio	4XXX
Aços - Cromo	5XXX
Aços - Cromo - Vanádio	6XXX
Aços - Tungstênio - Cromo	7XXX
Aços - Níquel - Cromo - Molibdênio	8XXX
Aços - Silício - Manganês	92XX
Aços - Níquel - Cromo - Molibdênio	93XX, 94XX, 97XX, 98XX
Aços com Boro	XXBXX
Aços com Chumbo	XXLXX

Tabela 2: Classificação dos aços-carbono e ligados, segundo a SAE

Exemplo de classificação:



Assim, um aço **SAE 1045** é classificado como um aço-carbono comum, com teor de 0,45% de carbono.



Foto 2: Fabricação de chapas laminadas a quente, em bobinas. A maior quantidade produzida é em aço-carbono série SAE 10XX

Aplicações na Indústria Metal-Mecânica

Aços-carbono simples (série 1XXX): Utilizados em construções de componentes e equipamentos em geral, como por ex.: parafusos, eixos, perfis laminados estruturais, chapas, engrenagens.

Aços-níquel série 2XXX: Aços para peças que exigem alta tenacidade, inclusive em temperaturas sub-zero.

Aços-níquel-cromo série 3XXX: Aços utilizados em eixos, engrenagens, pinos de alta resistência, peças cementadas, etc.

Aços com molibdênio série 4XXX: Possuem alta resistência mecânica, melhor temperabilidade e maior resistência à fluência em altas temperaturas. Adequados para uma vasta gama de aplicações mecânicas, dependendo do teor de outros elementos de liga e do teor de carbono, como por ex.: bagaceiras, rodetes, engrenagens, pinhões, forjados em geral, parafusos de alta resistência, pinos e buchas de correntes transportadoras, entre outras.

41XX: Possui boa temperabilidade, boa soldabilidade e ductilidade e são usados em parafusos/tirantes para vasos de pressão, peças estruturais aeronáuticas, dentre outras aplicações mecânicas mais severas.

46XX/48XX: Aços-molibdênio ligados ao níquel, usados para peças onde se deseja maior resistência à fadiga.

43XX/47XX: Aços-molibdênio ligados ao cromo e níquel, com grande aplicação devido ao excelente comportamento ao tratamento térmico de têmpera e revenimento e austêmpera, boa tenacidade, ductilidade e resistência à fadiga. Utilizado na fabricação de peças

sujeitas a tensões cíclicas, como engrenagens, peças aeronáuticas, dentre outras aplicações de alta responsabilidade mecânica.

Aços-cromo série 5XXX: São aços com ótima resistência mecânica e à corrosão, porém sofrem fragilidade ao revenido, exigindo cuidados durante o resfriamento. Quando possuem baixo teor de carbono são adequados para cementação e ficam com uma superfície muito dura e resistente à abrasão, porém perdem tenacidade. São utilizados, por exemplo, em rolos de correntes, barras chatas resistentes ao desgaste.

Aços com vanádio série 6XXX: Possuem alta resistência mecânica, à fadiga e boa fluência em altas temperaturas. Utilizados em eixos, molas, pinhões, engrenagens de alta resistência mecânica, etc.

Aços-tungstênio-cromo série 7XXX: Utilizados em peças que trabalham a quente, como matrizes de extrusão. São muito duros, devido à presença dos carbonetos complexos de cromo, tungstênio e ferro.

Aços série 8XXX e 9XXX: Apresentam teores de elementos de liga mais baixos. São aços de alta tenacidade podendo-se conseguir uma vasta gama de propriedades mecânicas devido à ótima resposta ao tratamento térmico de têmpera e revenimento. São usados na fabricação de brocas, engrenagens e serras. Na indústria de açúcar e álcool, podemos destacar as buchas cementadas SAE 8620 (série 8XXX) utilizadas em correntes transportadoras.

Aços-carbono série XBX: – Aços ao cromo ou ao níquel-cromo-molibdênio, com adição de Boro para aumentar a sua temperabilidade, além de melhorar as propriedades de conformabilidade.

Aços-carbono série XLX: Aços com adição de Chumbo (Lead), para aumentar a sua usinabilidade.

Os aços citados são aplicáveis somente a produtos semi-acabados para forjamento, laminação de perfis estruturais, chapas grossas, chapas finas, barras laminadas, fios-máquina e tubos.



Foto 3: Vazamento de aço fundido para fabricação de produtos semi-acabados.