

AÇOS ESPECIAIS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA (1)

NORMA	EQUIVALENTES ¹⁾	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (% EM PESO)										TEMPERATURAS DE TRATAMENTO TÉRMICO E PROCESSAMENTO (°C) ²⁾					CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES	TRATAMENTO TÉRMICO SUGERIDO ³⁾		
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	Outros	Forjamento (máx)	Recozimento	Normalização	Tempera	Meio de Tempera				Cementação	Revenimento
AÇOS LIGADOS PARA CEMENTAÇÃO																					
SAE 4120	SAE 4120; AISI 4120; UNS G41200	0,18 - 0,23	0,90 - 1,20	0,030	0,040	0,15 - 0,35	<=0,25	0,40 - 0,60	0,13 - 0,20	-	-	1100 - 850	790 - 845	860 - 900	840 - 880	óleo	900 - 925	150 - 200	Baixa a média temperabilidade no núcleo e temperabilidade intermediária na superfície. Propriedades mecânicas e composição química são apenas de referência.	Engrenagens helicoidais, engrenagens satélites, árvores de transmissão, pinos de engrenagem e juntas em U.	Tempera e revenimento: RTC(775MPa), LEC(450MPa) e AC(15%).
SAE 4320	COPANT 4320; SAE 4320; AISI 4320; UNS G43200; DIN 150N6 (1.5919); AFNOR 16 NC 6	0,17 - 0,22	0,45 - 0,65	0,030	0,040	0,15 - 0,35	1,65 - 2,00	0,40 - 0,60	0,20 - 0,30	-	-	1100 - 850	830 - 860	900 - 955	815 - 845	óleo	900 - 925	150 - 200	Profundidade intermediária de cementação.	Engrenagens para automóveis e tratores, árvores de transmissão, juntas universais e correntes de acionamento de máquinas.	Cementação a 925°C por 8h, revenimento a 830°C e tempera em óleo com agitação. Revenimento a 150°C [PC (1,9mm), DS (6,5HRc), RTC (1500MPa), LEC (1250MPa), AC (15,5%) e DC (429HB)].
SAE 4620	COPANT 4620; SAE 4620; AISI 4620; UNS G46200	0,17 - 0,22	0,45 - 0,65	0,030	0,040	0,15 - 0,35	1,65 - 2,00	<=0,20	0,20 - 0,30	-	-	1100 - 850	790 - 845	900 - 925	815 - 845	óleo	900 - 925	150 - 200	Temperabilidade intermediária na superfície e no centro (permanece tenaz).	Corras e pinos para caminhões e juntas universais.	Cementação a 925°C por 8h, revenimento a 815°C e tempera em óleo com agitação. Revenimento a 150°C [PC (1,9mm), DS (6,5HRc), RTC (1500MPa), LEC (1250MPa), AC (15,5%) e DC (427HB)].
SAE 4820	COPANT 4820; SAE 4820; AISI 4820; UNS G48200	0,18 - 0,23	0,50 - 0,70	0,030	0,040	0,15 - 0,35	3,25 - 3,75	<=0,20	0,20 - 0,30	-	-	1100 - 850	800 - 830	900 - 925	800 - 850	óleo	900 - 925	200 - 230	Boa temperabilidade no centro e na superfície.	Engrenagens cônicas para caminhões, pinhões, terminais de direção e cruzetas.	Cementação a 925°C por 8h, revenimento a 800°C e tempera em óleo com agitação. Revenimento a 230°C [PC (1,2mm), DS (5,7HRc), RTC (1415MPa), LEC (1272MPa), AC (15%) e DC (415HB)].
SAE 5115	COPANT 5115; SAE 5115; UNS G51150; DIN 16MnCr5 (1.7131); AFNOR 16 MC 5	0,13 - 0,18	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	<=0,25	0,70 - 0,90	<=0,06	-	-	1100 - 850	860 - 880	900 - 930	845 - 870	óleo	900 - 925	150 - 200	Boa temperabilidade, permitindo obter camada cementada com baixa e média resistência ao desgaste.	Pinos para parafusos.	Propriedades após cementação: RTC (710MPa), LEC (510MPa), LEC (510MPa), AC (10,5%).
SAE 5120	COPANT 5120; SAE 5120; AISI 5120; UNS G51200; DIN 20MnCr5 (1.7147); AFNOR 20 MC 5; JIS SCM4 20 H	0,17 - 0,22	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	<=0,25	0,70 - 0,90	<=0,06	-	-	1100 - 850	860 - 880	900 - 925	845 - 870	óleo	900 - 925	150 - 200	Boa temperabilidade superficial e baixa a média temperabilidade no núcleo.	Engrenagens e árvores de transmissão (Primárias e Secundárias).	Normalização a 830°C (32mm) Usinado a 25mm, cementação a 925°C por 8h, revenimento a 845°C, tempera em óleo com agitação e revenimento a 12,8mm: RTC (938MPa), LEC (758MPa), AC (16%) e DC(285HB).
SAE 8620	COPANT 8620; SAE 8620; AISI 8620; UNS G86200; DIN 20NiCrMo2-2 (1.6231); AFNOR 20 NCD 2; JIS SNCM 220	0,18 - 0,23	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	0,40 - 0,70	0,40 - 0,60	0,15 - 0,25	-	-	1100 - 850	855 - 885	870 - 955	845 - 870	óleo	900 - 925	200 - 230	Utilizado em seções médias que requerem temperabilidade intermediária, resistência mecânica e resistência ao desgaste.	Parafusos sem fim e setores de direção, eixos de comandos de válvulas, árvores de transmissão, engrenagens para caminhões, corras, pinos e braços de viragem. E também utilizado na fabricação de rolamentos cementados.	Cementação a 925°C por 8h, revenimento a 845°C e tempera em óleo com agitação. Revenimento a 230°C [PC (1,9mm), DS (6,5HRc), RTC (1500MPa), LEC (1250MPa), AC (15,5%) e DC (427HB)].
SAE 9315	SAE 9315; UNS 93150; AISI E9315	0,13 - 0,18	0,45 - 0,65	0,025	0,025	0,20 - 0,35	3,00 - 3,15	1,00 - 1,40	0,08 - 0,15	-	-	1150 - 850	830 - 850	900 - 930	790 - 830	óleo	900 - 925	150 - 200	Aço níquel-cromo-molibdênio de alta temperabilidade e alta resistência do núcleo, aliado a grande tenacidade e resistência ao desgaste.	Engrenagens para aviões, tratores e caminhões, máquinas operatrizes e equipamento pesado em geral.	Cementação a 925°C por 8h, revenimento a 800°C, tempera em óleo com agitação, revenimento a 775°C e tempera em óleo com agitação. Revenimento a 150°C [PC (1,9mm), DS (6,5HRc), RTC (1203MPa), LEC (958MPa), AC (15,3%) e DC (363HB)].
AÇOS LIGADOS PARA BENEFICIAMENTO																					
SAE 4130	COPANT 4130; SAE 4130; AISI 4130; UNS G41300; DIN 25CrMo4 (1.7218); AFNOR 25 CD 4 (S); JIS SCM 2, SCCM 1	0,28 - 0,33	0,40 - 0,60	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,80 - 1,10	0,15 - 0,25	-	-	1232 - 982	790 - 845	870 - 925	815 - 870	água ou óleo	-	-	Boa temperabilidade, normalmente usado para peças de porte médio, quando temperado em água, e para peças pequenas, quando temperado em óleo.	Braços de direção, eixos, parafusos e rebites.	Aquecimento a 855°C, tempera em água e revenimento a 540°C [RT(841MPa), LE(685MPa), A(21,2%) e D(241HB)]. Aquecimento a 855°C, tempera em água e revenimento a 540°C [RT(841MPa), LE(685MPa), A(21,2%) e D(241HB)].
SAE 4140	COPANT 4140; SAE 4140; AISI 4140; UNS G41400; DIN 42CrMo4 (1.7225); AFNOR 40CD 4, 42 CD 4; JIS SCM 4 H, SCM 4	0,38 - 0,43	0,75 - 1,00	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,80 - 1,10	0,15 - 0,25	-	-	1204 - 954	790 - 845	860 - 900	845 - 900	óleo	-	-	Alta temperabilidade, atingindo boa profundidade de camada temperada, adequado a aplicações severas de fadiga, abrasão, impacto e tensões a altas temperaturas. Pode ser tratado termicamente após usinagem.	Virabrequins, juntas, eixos de automóveis, estabilizadores, engrenagens, braços pilman, parafusos de alta resistência e grampos para feixe de mola.	Normalização a 870°C, revenimento a 845°C, tempera em óleo e revenimento a 425°C [RT(1450MPa), LE(1345MPa), A(15%) e D(429HB)]. Barra de 25mm de diâmetro.
SAE 4340	COPANT 4340; SAE 4340; AISI 4340; UNS G43400; DIN 40NiCrMo6 (1.6555); JIS SNCM 8	0,38 - 0,43	0,60 - 0,80	0,030	0,040	0,15 - 0,35	1,65 - 2,00	0,70 - 0,90	0,20 - 0,30	-	-	1232 - 982	790 - 845	870 - 925	815 - 855	óleo	-	-	Exibe boa resposta a tratamento térmico, especialmente para seções grandes. Possui boa combinação de resistência, ductilidade e tenacidade.	Árvore de manivelas de caminhões, tratores e automóveis, engrenagens, braços e parafusos de eixo e peças temperadas de seções grandes em geral.	Aquecimento a 855°C, tempera em óleo e revenido a 230°C por 4h [RT(1855MPa), LE(1505MPa), A(12%), D(531HV)].
SAE 5130	COPANT 5130; SAE 5130; AISI 5130; UNS G51300; DIN 28Cr4 (1.7030)	0,28 - 0,33	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,80 - 1,10	-	-	-	1230 - 980	790 - 845	870 - 925	830 - 855	água, óleo ou solução cáustica	-	-	Boa temperabilidade para lâmpara em água, sendo que, no caso de seções pequenas, a lâmpara em óleo é indicada para minimizar a possibilidade de deformações pós-tratamento.	Engrenagens centrais de sistema planetário e engrenagens satélites.	Normalização a 800°C, revenimento a 870°C e tempera em óleo. Revenimento a 500°C. As amostras foram tratadas num diâmetro de 13,7mm e as propriedades medidas num diâmetro de 12,8mm. Alongamento em barra de 50mm, [RT(1140MPa), LE(1000MPa), A(14%) e D(340HB)].
SAE 5135	COPANT 5135; UNS G51350; DIN 37Cr4 (1.7034); AFNOR 38 C 4; JIS SCR 3 H	0,33 - 0,38	0,60 - 0,80	0,035	0,040	0,15 - 0,35	-	0,80 - 1,05	-	-	-	1230 - 980	815 - 870	870 - 925	815 - 845	água ou óleo	-	-	Boa temperabilidade, temperado em água, no caso de peças de tamanho moderado, ou em óleo, para o caso de peças de pequeno tamanho.	Parafusos de vários tipos para a indústria mecânica, sem-fim de direção, engrenagens, árvores de transmissão (primária e secundária), eixos intermediários e portas de eixo.	Normalização a 885°C, tempera em água de 800-855°C e revenimento por 2h a 260°C [D=45HRc] ou 425°C [D=38HRc], Barra de 25mm.
SAE 5140	COPANT 5140; SAE 5140; AISI 5140; UNS G51400; DIN 41Cr4 (1.7035); AFNOR 42 C 4; JIS SCR 4 H	0,38 - 0,43	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,70 - 0,90	-	-	-	1230 - 955	815 - 870	860 - 900	815 - 845	óleo	-	-	Média temperabilidade.	Parafusos de alta resistência, de lâmpara e de cabeça chanfrada, braços de direção, grampos para feixe de mola e barra estabilizadora.	Aquecimento a 845°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(883MPa), LE(685MPa), A(19,1%) e D(255HB)].
SAE 5150	COPANT 5150; SAE 5150; AISI 5150; UNS G51500; AFNOR 42 C 2, 45 C 2	0,48 - 0,53	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,70 - 0,90	-	-	-	1205 - 955	815 - 870	870 - 925	800 - 845	óleo	-	-	Média temperabilidade, porém com maior dureza, resistência e elasticidade que o S140.	Molas helicoidais e semi-elípticas e ferramentas de mão.	Aquecimento a 830°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(9103MPa), LE(6703MPa), A(18,5%) e D(255HB)].
SAE 5160	COPANT 5160; SAE 5160; AISI 5160; UNS G51600	0,56 - 0,64	0,75 - 1,00	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,70 - 0,90	-	-	-	1177 - 927	815 - 870	870 - 925	800 - 845	óleo	-	-	Média temperabilidade, usados na fabricação de componentes com pequena área de seção transversal submetidos a condições severas de serviço.	Molas helicoidais, barras de torção, barras estabilizadoras.	Aquecimento a 830°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(1060MPa), LE(7030MPa), A(17,8%) e D(293HB)].
SAE 6150	COPANT 6150; SAE 6150; AISI 6150; UNS G61500; DIN 50CrV4 (1.8159); AFNOR 50 CV 4; JIS SUP 10	0,48 - 0,53	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	-	0,80 - 1,10	-	0,15 (mín.)	-	1204 - 954	845 - 900	870 - 925	845 - 885	óleo	-	-	Aço com adição de vanádio e média temperabilidade.	Molas semi-elípticas e helicoidais e barras de torção.	Aquecimento a 845°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(1145MPa), LE(1000MPa), A(14,5%) e D(231HB)].
SAE 8630	COPANT 8630; SAE 8630; AISI 8630; UNS G86300	0,28 - 0,33	0,70 - 0,90	0,030	0,040	0,15 - 0,35	0,40 - 0,70	0,40 - 0,60	0,15 - 0,25	-	-	1232 - 982	790 - 845	870 - 925	830 - 870	água ou óleo	-	-	Boa temperabilidade com boas propriedades mecânicas em seções pequenas quando normalizado.	Parafusos de alta resistência e bielas.	Aquecimento a 845°C, tempera em água e revenimento a 540°C [RT(827MPa), LE(680MPa), A(21,2%) e D(255HB)].
SAE 8640	COPANT 8640; SAE 8640; AISI 8640; UNS G86400; DIN 40NiCrMo2-2 (1.6546)	0,38 - 0,43	0,75 - 1,00	0,030	0,040	0,15 - 0,35	0,40 - 0,70	0,40 - 0,60	0,15 - 0,25	-	-	1204 - 954	815 - 870	845 - 900	830 - 855	óleo	-	-	Média temperabilidade, apresenta as melhores propriedades mecânicas dentro da categoria.	Peças de tamanho médio a grande com exigência de alto grau de resistência e tenacidade.	Aquecimento a 845°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(1035MPa), LE(910MPa), A(20%) e D(310HB)].
SAE 8650	COPANT 8650; SAE 8650; UNS G86500	0,48 - 0,53	0,75 - 1,00	0,035	0,040	0,15 - 0,35	0,40 - 0,70	0,40 - 0,60	0,15 - 0,25	-	-	1177 - 927	790 - 845	845 - 900	830 - 855	óleo	-	-	Média temperabilidade.	Molas, eixos-bengala e ferramentas manuais como chaves frás e de cachimbo.	Aquecimento a 830°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(1140MPa), LE(1020MPa), A(17%) e D(313HB)].
SAE 8660	COPANT 8660; SAE 8660; UNS G86600	0,56 - 0,64	0,75 - 1,00	0,035	0,040	0,15 - 0,35	0,40 - 0,70	0,40 - 0,60	0,15 - 0,25	-	-	1177 - 927	790 - 845	845 - 900	830 - 855	óleo	-	-	Boa temperabilidade, com elevada dureza após lâmpara.	Molas de grande seção para serviço pesado (tratores e vagões), eixos, parafusos e ferramentas manuais.	Aquecimento a 800°C, tempera em óleo e revenimento a 540°C [RT(1130MPa), LE(1020MPa), A(17%) e D(313HB)].
SAE 9254	COPANT 9254; SAE 9254; UNS G92540; DIN 56Si7 (1.6261); AFNOR 55 S 7	0,51 - 0,59	0,60 - 0,80	0,030	0,040	1,20 - 1,60	-	0,60 - 0,80	-	-	-	1100 - 850	870 - 925	900 - 925	870 - 900	óleo	-	450 - 550	Média temperabilidade, utilizado em molas que necessitem resistência ao choque e em temperaturas moderadamente elevadas.	Molas helicoidais, barras de torção, molas ar e molas de válvula para motores de combustão interna.	Normalização a 500°C, revenimento em 850°C e tempera em óleo com agitação. Revenimento a 500°C. As amostras foram tratadas num diâmetro de 13,7mm e as propriedades medidas num diâmetro de 12,8mm. Alongamento em barra de 50mm, [RT(1400MPa), LE(1200MPa), A(15%) e D(400HB)].
SAE 9260	COPANT 9260; SAE 9260; AISI 9260; UNS G92600; DIN 60Si7 (1.5027); AFNOR 60 SC 7, 61 SC 7	0,56 - 0,64	0,75 - 1,00	0,030	0,040	1,80 - 2,20	-	-	-	-	-	1100 - 850	815 - 870	870 - 925	870 - 900	óleo	-	450 - 550	Média temperabilidade, com limite de resistência a tração, limite de fadiga e limite de elasticidade elevados.	Molas helicoidais e semi-elípticas de grandes seções para serviços pesados, como tratores e caminhões.	Normalização a 800°C, revenimento a 870°C e tempera em óleo. Revenimento a 500°C. As amostras foram tratadas num diâmetro de 13,7mm e as propriedades medidas num diâmetro de 12,8mm. Alongamento em barra de 50mm, [RT(1450MPa), LE(1250MPa), A(8%) e D(420HB)].
AÇOS PARA ROLAMENTOS⁴⁾																					
SAE 52100	COPANT 52100; SAE 52100; AISI 52100; UNS G52100; DIN 100Cr6 (1.3505); AFNOR 100 C 6; JIS SUJ 2	0,98 - 1,10	0,25 - 0,45	0,025	0,025	0,15 - 0,35	-	1,30 - 1,60	-	-	-	1150 - 900	730 - 790	900 - 925	815 - 870	óleo	-	-	Alto teor de carbono, utilizado em aplicações que necessitam alta resistência ao desgaste. É recomendado que a temperatura de trabalho não ultrapasse os 150°C, devido ao risco de perda de dureza.	Rolamentos (anéis, roletes e esferas) e eixos de bomba d'água.	Após lâmpara, D=64HRc. Após revenimento a 205°C por 1h, D=64HRc e para revenimento a 370°C, D=54HRc.
DIN C98 E2	SAE 1055 mod	0,52 - 0,60	0,60 - 0,90	< 0,025	>0,04 < 0,015	-	< 0,200	< 0,200	< 0,100	-	-	1205 - 1210	725 - 600	855 - 870	815 - 850	água	-	550 - 650	Aço Carbono-Manganês que se caracterizam por adições inferiores a 0,15% de Vanádio (V). O principal motivo para a substituição dos átomos tratados termicamente pelos microalóides é a redução de custos (eliminação ou redução de tratamento térmico; menor tempo de processamento; menor custo de ligas e rebalço). O microalóide V apresenta a característica de baixa solubilidade em altas temperaturas, isto é, à medida que a temperatura de conformação a quente, eles formam precipitados, nitretos e/ou carbonetos. Estas partículas, sob condições adequadas, conferem as propriedades mecânicas desejadas para o componente, diretamente do calor de forjamento, através de resfriamento controlado.	Rolamentos.	Após Destinações ao resfriamento controlado do calor de forjamento, obtendo-se as propriedades mecânicas através da precipitação de carbonetos nos contornos de grão, eliminando operações com tempera e revenido.
DIN C55	SAE 1055 mod	0,50 - 0,60	0,60 - 0,90	0,040 (máx)	0,050 (máx)	-	-	-	-	-	-	1205 - 1210	725 - 600	855 - 870	810 - 860	água	-	550 - 650	Moléculas de carbono.	Cubos de Roda	
AÇOS CARBONO																					
SAE 1010	COPANT 1010; SAE 1010; AISI 1010; UNS G10100; DIN C10 (1.0301); AFNOR XC 10; JIS S 10 C	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60	0,030	0,050	-	-	-	-	-	-	1260 - 1010	540 - 730	900 - 955	900 - 925	água	900 - 925	120 - 205	Utilizado em aplicações que não necessitam alta resistência mecânica, devido a sua alta deformabilidade.	Pinos, alavancas, parafusos, porcas e corpo de velas.	Não é usualmente aplicado. Propriedades após laminação: [RT(320MPa), LE(180MPa), A(28%) e D(95HB)].
SAE 1016	COPANT 1016; SAE 1016; AISI 1016; UNS G10160; DIN C15 (1.0401); AFNOR XC 18; JIS S 15 C	0,13 - 0,18	0,60 - 0,90	0,030	0,050	-	-	-	-	-	-	1260 - 1010	850 - 900	900 - 955	870 - 900	água	900 - 925	120 - 205	Aço com teor de carbono médio a baixo e boa usinabilidade em comparação com as séries com menor quantidade de carbono.	Pinos para pistões de automóveis e caminhões. Eixo de Comando.	Não é usualmente aplicado. Propriedades após laminação: [RT(380MPa), LE(210MPa), A(25%) e D(111HB)].
SAE 1020	COPANT 1020; SAE 1020; AISI 1020; UNS G10200; DIN C22 (1.0402); AFNOR XC 25; JIS S 20 C	0,18 - 0,23	0,30 - 0,60	0,030	0,050	-	-	-	-	-	-	1260 - 1010	870 - 900	900 - 955	790 - 805	água	900 - 925	120 - 205	Utilizado em condições nas quais o endurecimento superficial é necessário, mas a resistência do centro não é crítica.	Eixos de grande seção que não sofrem grandes solicitações. Outras aplicações: molas com alta resistência ao desgaste, pinos e correntes endrocadas, áros de rodas automóveis e barras catódicas e anódicas.	Cementação a 915°C por 8h, revenimento a 790°C e tempera em água. Revenimento a 175°C [RT(52MPa), LE(302MPa), A(31,3%) e D(156HB)].
SAE 1025	COPANT 1025; SAE 1025; AISI 1025; UNS G10250; DIN C25 (1.0406); AFNOR 2 C 25; XC 25; J																				