



AValiação de Ligas Metálicas como Banho de Austêmpera para Obtenção de ADI

Autor: Tales Winter

Orientador: Vinicius Karlinski de Barcelos

OBJETIVOS DE PESQUISA

Avaliar a viabilidade do uso das ligas Zamac 5, Sn30Zn e Sn35Pb fundidas como banho de austêmpera para tratamento térmico de ferro fundido nodular para a obtenção de ferro fundido austemperado (ADI). O ferro nodular tem suas propriedades mecânicas melhoradas após passar pelo tratamento de austêmpera. Porém, na indústria se utiliza banho de sais fundidos para realizar esse tratamento térmico, que requer uma série de cuidados ambientais. O intervalo de temperatura usual desses banhos de sais varia de 260°C a 420°C. O objetivo desta pesquisa é determinar se os banhos metálicos conseguem substituir o banho de sais de forma satisfatória.

METODOLOGIA

Foram confeccionados 3 corpos de prova cilíndricos, a partir de um CP Y de ferro fundido nodular, com composição conforme a Tabela 1, medindo 27mm de comprimento e 18mm de diâmetro.

C	Si	Mn	Mg	Cu	Ni
3,6	2,3	0,3	0,03	0,7	0,5
Mo	Sn	S	P	Cr	Fe
0,2	0,02	0,007	0,02	0,03	Bal.

Tabela 1 – Composição química do ferro fundido nodular.

Os corpos de prova de ferro nodular foram austenizados em um forno resistivo tipo mufla a 900°C por aproximadamente 60 minutos, e a austêmpera em banho metálico foi realizada em um cadinho em um forno resistivo tipo poço por 60 minutos; após, os corpos de prova foram resfriados ao ar. A temperatura de cada banho utilizado e sua respectiva taxa de extração de calor, que fora medida durante o experimento por software de aquisição de dados, podem ser vistas na Tabela 2.

Liga do banho	Zamac	Sn30Zn	Sn35Pb
Temperatura do banho (°C)	400	340	280
Taxa (°C/s), de 900 a 450°C	25,1	28,3	32,1

Tabela 2 – Temperatura do banho de cada liga e sua taxa de resfriamento.

RESULTADOS ALCANÇADOS

As Figuras 1, 2 e 3, mostram as curvas de resfriamento obtidas para cada um dos banhos, com a finalidade de saber sua temperatura *liquidus* (TL) para determinar a faixa de temperatura que se pode utilizá-los.

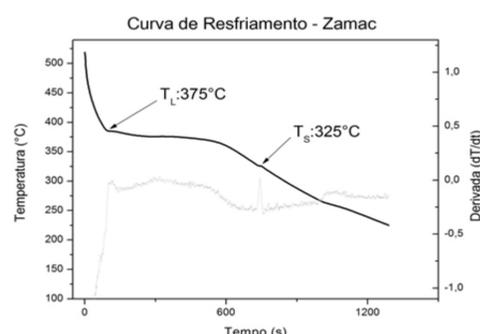


Figura 1 – Curva resfriamento Zamac 5.

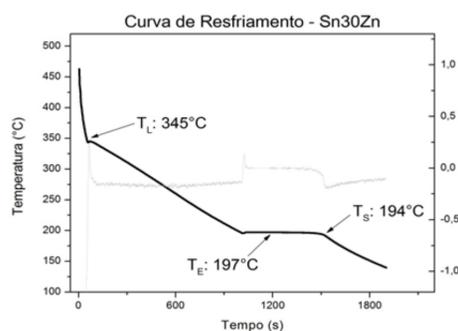


Figura 2 – Curva resfriamento Sn30Zn.

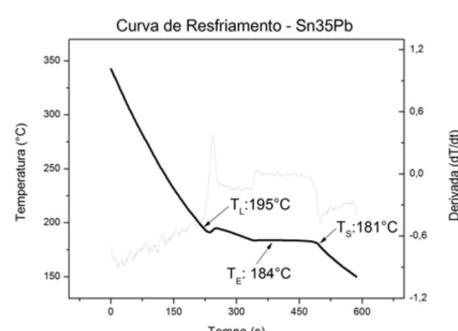


Figura 3 – Curva resfriamento Sn35Pb.

Com cada corpo de prova foi realizada medição de dureza Brinell com indentador esférico de 2,5 mm de diâmetro e microdureza Vickers com 200g de carga para avaliar a dureza da ausferrita. Os dados obtidos estão informados da tabela 3, e as microestruturas de cada corpo de prova podem ser vistas na figura 4. Observa-se a formação de agulhas de ausferrita mais refinadas nos banhos de austêmpera de menor temperatura.

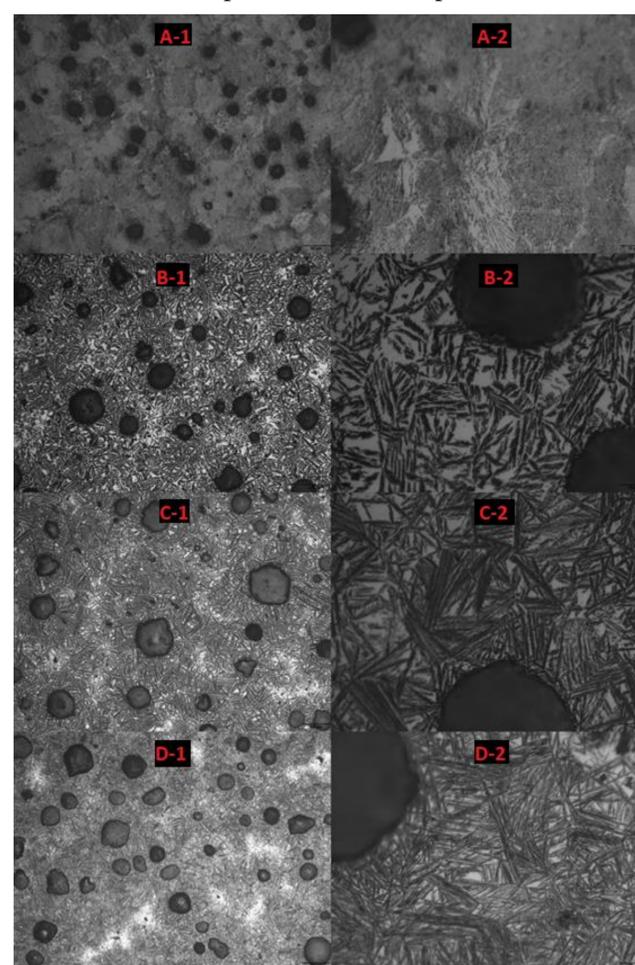


Figura 4 – A1 e A2 ferro nodular Bruto de Fusão. B1 e B2 ciclo de austêmpera de 400°C. C1 e C2 ciclo de austêmpera de 340°C. D1 e D2 ciclo de austêmpera de 280°C. As imagens da esquerda foram geradas originalmente com 200x de ampliação e as imagens da direita com ampliação de 1000x.

Estado dos CPs	Bruto Fusão	T _a = 400°C	T _a = 340°C	T _a = 280°C
Dureza (HB)	280 (±5,7)	292 (±6,7)	378 (±4,9)	475 (±8)
Microdureza (HV)	-	331 (±18)	438 (±13)	601 (±19)

Tabela 3 – Temperatura do banho de cada liga e sua taxa de resfriamento.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que os banhos metálicos podem substituir os banhos de sais pois proporcionam extração de calor suficiente para a formação de ADI, cada um em sua respectiva faixa de temperatura recomendada do banho:

Liga Zamac 5: de 375 a 450°C;
Liga Sn30Zn: de 345 a 450°C;
Liga Sn35Pb: de 250 a 450°C.

Os resultados de dureza obtidos em conjunto da análise metalográfica mostram que houve formação de ausferrita mais refinada no banho de Sn35Pb, que foi realizado a 280°C. Os ensaios realizados com banhos metálicos mostram ser possível a obtenção da microestrutura de ADI.