



Contribuição do Mn na transição celular/dendrítica e na dureza de ligas do sistema Al-Cu-Mn solidificadas direcionalmente

João Lopes Melani, Felipe Uhrigshardt Farrão, Noé Cheung,
joaolopesmelani@gmail.com, felipefarrao@fem.unicamp.br, cheung@fem.unicamp.br
GPS/DEMM, Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, Campinas, SP, Brasil

INTRODUÇÃO

Ligas à base de alumínio têm sido muito utilizadas, principalmente nas indústrias automobilísticas e aeronáutica, tendo em vista principalmente a redução de peso e aumento da resistência à corrosão.

Sabendo da importância das ligas de alumínio nos dias de hoje, este trabalho permitiu que fosse feito um estudo sobre a solidificação unidirecional, em regime transiente de extração de calor, com a liga binária Al-1,5%Mn e as ligas ternárias Al-0,5%Mn-1%Cu, Al-1%Mn-1%Cu e Al-1,5%Mn-1%Cu, avaliando o efeito do Mn e do Cu como solutos na microestrutura e na dureza.

Dessa forma, para complementar o estudo realizado por Gonçalves, Oliveira e Cheung na liga Al-1,0%Mn, foi feita a solidificação unidirecional da liga Al-1,5%Mn, em regime transiente, com o objetivo de verificar a influência no manganês nas variáveis térmicas de solidificação e dureza. Além de verificar as propriedades mecânicas de ligas ternárias Al-Cu-Mn.

As variáveis térmicas significativas para o controle da solidificação foram a velocidade da solidificação (VL), a taxa de resfriamento (\dot{T}) e a concentração e redistribuição de soluto (Co).

METODOLOGIA

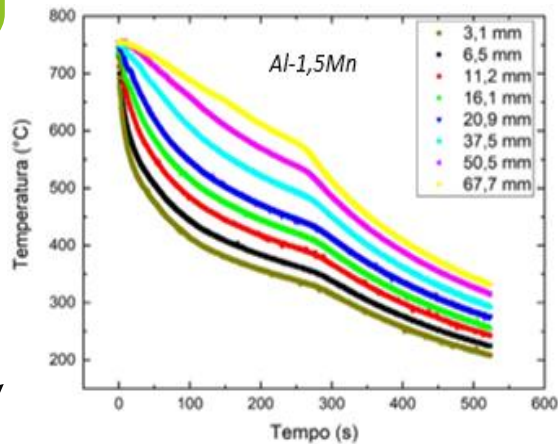


Fusão e Solidificação das ligas

Preparação das amostras

Ensaio de Dureza

Metalografia



Cálculo dos Perfis de Solidificação

Cálculo do tempo de passagem da Isotherma Liquidus

Obtenção das curvas de Taxa de Resfriamento

RESULTADOS



Figura 3 - Macroestrutura da amostra de Al-1,5%Mn seccionada longitudinalmente.

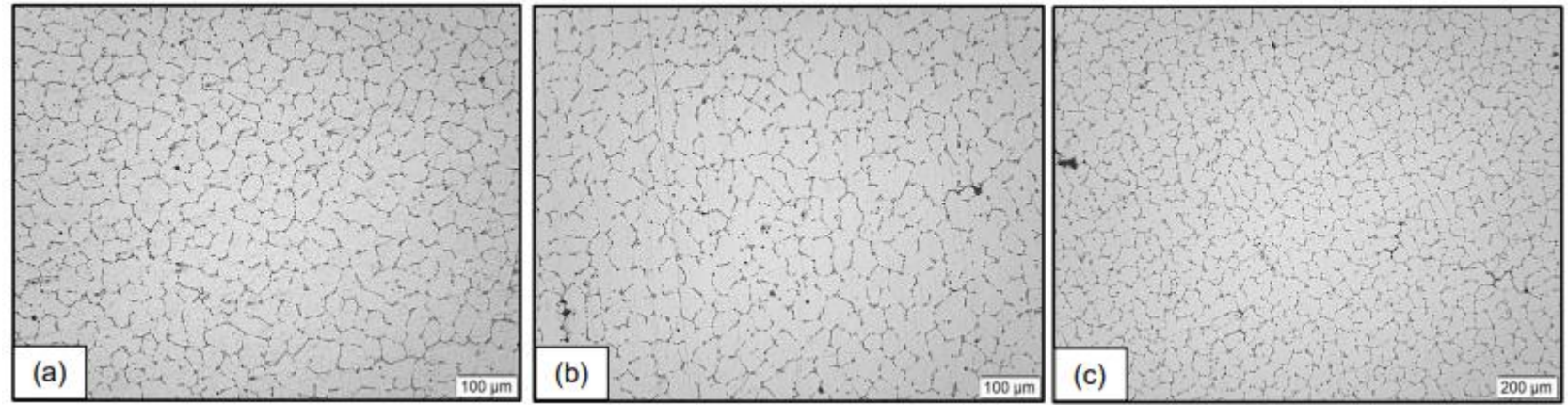


Figura 4 - Microestrutura das amostras transversais: (a) 5mm da base, ampliação de 100x; (b) 30mm da base, ampliação de 100x; (c) 70mm da base, ampliação de 50x.

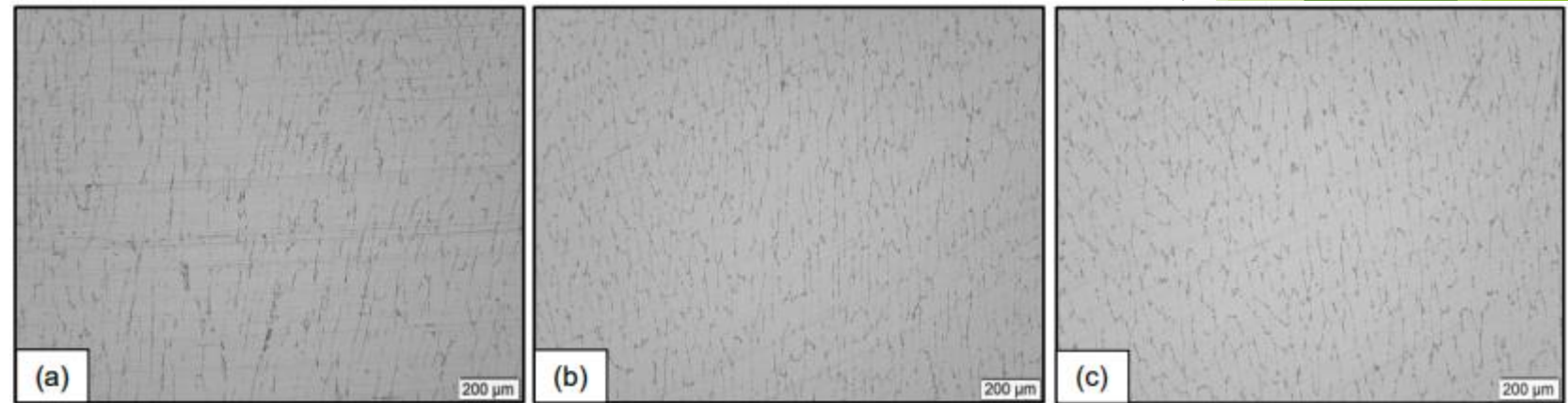


Figura 5 - Microestrutura das amostras longitudinais: (a) 5mm da base, ampliação de 50x; (b) 30mm da base, ampliação de 50x; (c) 70mm da base, ampliação de 50x.

RESULTADOS

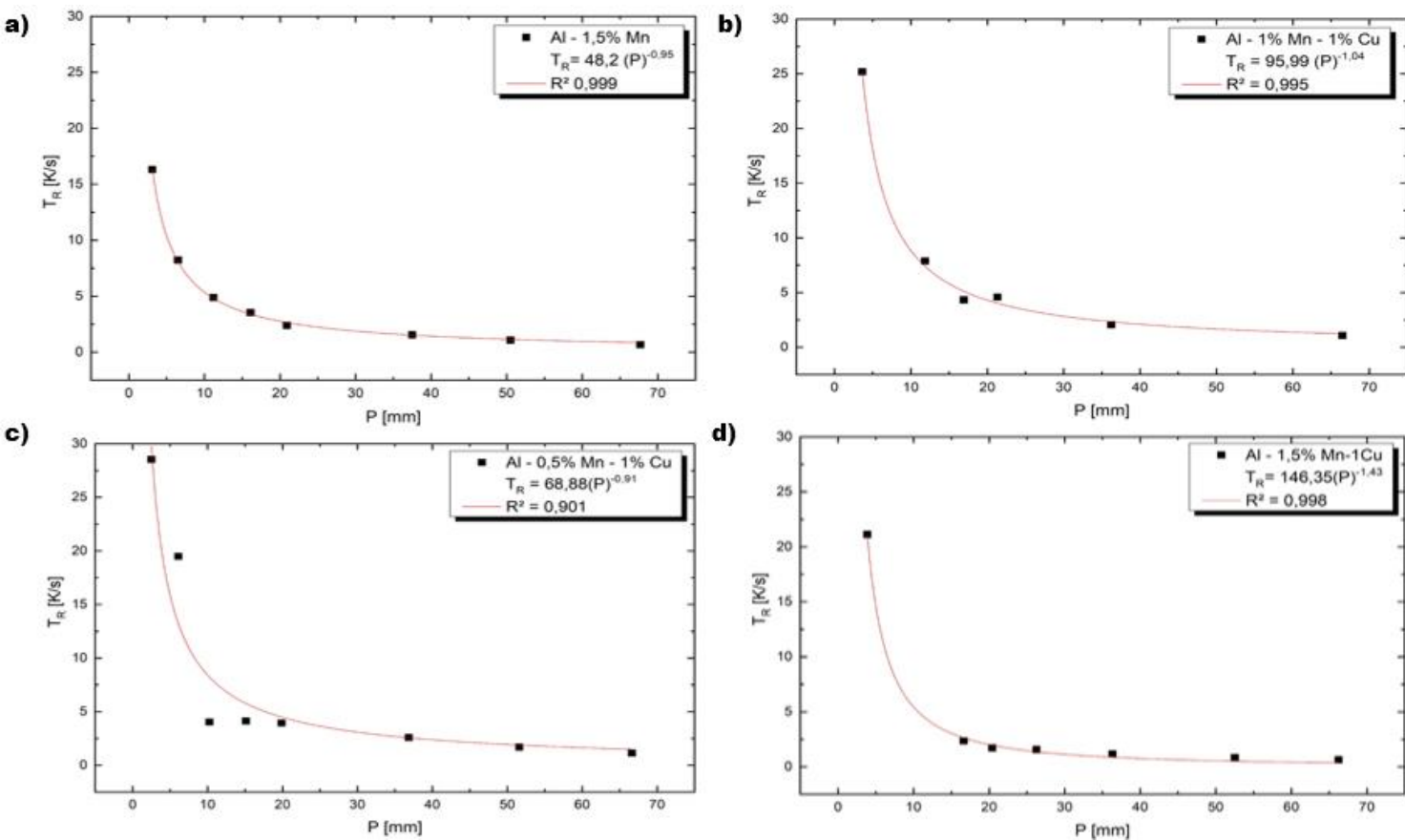


Figura 1 - Taxa de resfriamento vs Distância a partir da base refrigerada do lingote das ligas estudadas: **(a)** Al-1,5%Mn; **(b)** Al-0,5%Mn-1%Cu; **(c)** Al-1%Mn-1%Cu; **(d)** Al-1,5%Mn-1%Cu.

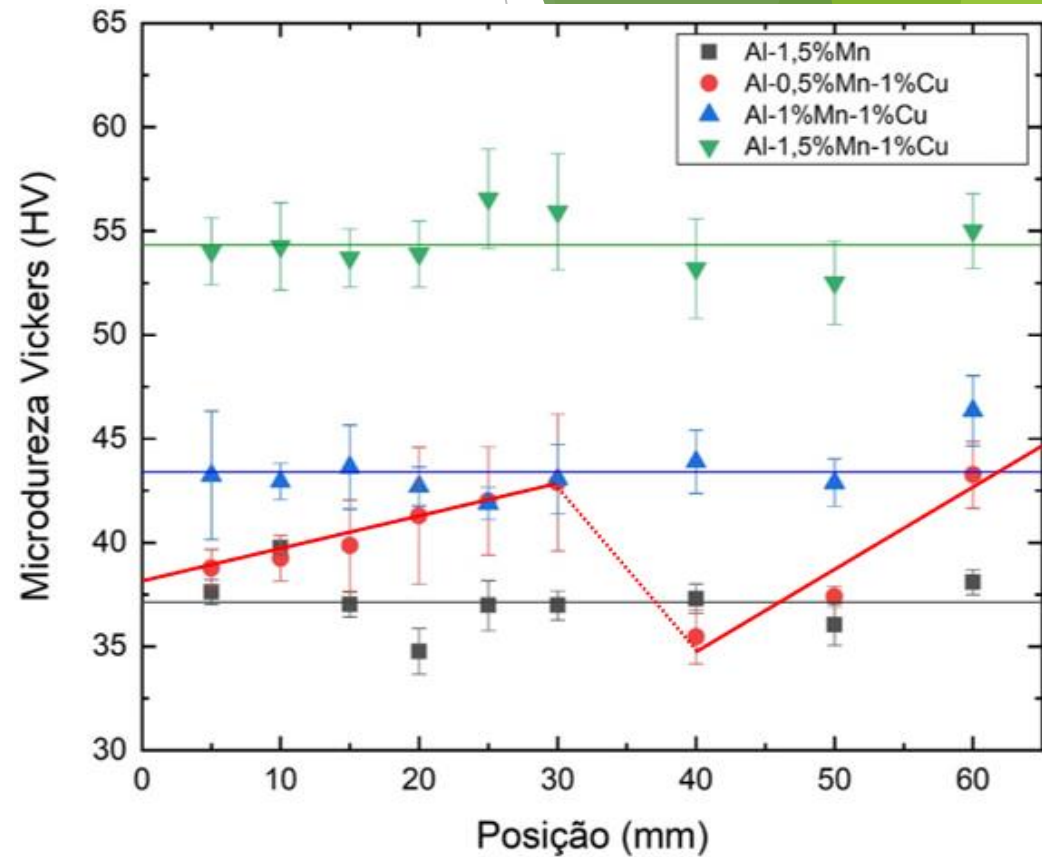


Figura 2 - Análise de microdureza das ligas Al-1,5%Mn, Al-0,5%Mn-1%Cu, Al-1%Mn-1%Cu, Al-1,5%Mn-1%Cu.

CONCLUSÃO

- A liga Al-1,5%Mn apresenta microestrutura completamente celular, o que mostra que o Mn como elemento de liga promove a formação de células durante solidificação direcional.
- A adição de Mn na proporção de 1,5% em peso, conduz a um endurecimento da ordem de 42% superior ao reportado na literatura quando este elemento está presente em 1,0% em peso.
- A adição de 1% de Cu aumentou consideravelmente a dureza da liga binária Al1,5%Mn. Sugere-se que esse efeito ocorreu pela presença do intermetálico do tipo AlCu na microestrutura.
- A liga Al-0,5%Mn-1%Cu apresenta dureza crescente provavelmente relacionada à rejeição de Cu na frente de solidificação. Após uma distância de 30mm da base refrigerada, e taxa de resfriamento de 3,12°C/s houve queda abrupta da dureza o que sugere fortemente uma transição celular dendrítica reversa da morfologia
- A liga Al-1%Mn-1%Cu apresentou dureza considerada constante até uma distância de 50mm, a qual provavelmente também está relacionada à partição do Cu como soluto, à exemplo da liga Al-0,5%-1%Mn. Portanto, acredita-se que para posições a partir de 60mm, ocorra uma mudança morfológica microestrutural de células para dendritas.
- A liga Al-1,5%Mn-1%Cu é a que apresenta a maior dureza. Esse fato está relacionado à maior quantidade de soluto em comparação com as outras ligas, que além de endurecer o material por solução sólida da fase α -Al, tem maior concentração de eutético e maior proporção de intermetálicos AlCu.
- Aparentemente há uma disputa entre o Cu e o Mn na morfologia da microestrutura das ligas ternárias estudadas. Nas ligas estudadas, por meio dos resultados de dureza e das taxas de resfriamento, é sugerido que quanto maior a relação Mn/Cu, maior a tendência a formação de estruturas celulares.

AGRADECIMENTOS

XXVIII Congresso {virtual} de Iniciação Científica da Unicamp

2020

Gostaria de agradecer ao meu co-orientador Felipe Uhrigshardt Farrão, por todo o apoio e aprendizado que me proporcionou, motivando e auxiliando em todas as etapas do projeto.



Agradeço também ao meu orientador Noé Cheung pelo suporte e por me proporcionar esta oportunidade de projeto. E por fim, agradeço ao CNPq pelo suporte financeiro.

