

7 CONCLUSÕES

*"The greater our knowledge increases,
the greater our ignorance unfolds"*
John F. Kennedy

A liga 59 foi estudada em relação aos aspectos microestruturais e de propriedades mecânicas e elétricas, nas condições de como recebida e envelhecidas às temperaturas de 700 e 900°C.

Com relação à micro/nanoestrutura, as conclusões obtidas foram as seguintes:

- O estado de como recebido do material é caracterizado por uma estrutura de tamanho de grão equiaxial de, aproximadamente, 50 μm , intensamente maclada. O interior dos grãos revelou uma matriz contendo uma vasta população de nanoprecipitados, com dimensões da ordem de 2-5 nm, e interespacamento médio inferior a 10 nm e, provável estequiometria $\text{Ni}_2(\text{MoCr})$. Também foi identificada a presença de um estado de ordenação de curto alcance - SRO, através de reflexões $\langle 1,1/2,0 \rangle$ características nos padrões de difração.
- Quando submetida a ativação térmica, durante os tratamentos de envelhecimento, a liga 59 desenvolve processos de precipitação de segundas fases por reações de ordem. A nova fase se precipita, em escala micrométrica, preferencialmente nos contornos de grão, mas também pode ocorrer na matriz (dependendo do tempo e da temperatura de envelhecimento). Foi observado um marcante coalescimento desses precipitados em amostras envelhecidas à temperatura de 900°C por 100 horas.
- A estequiometria desta fase corresponde à $\text{Ni}(\text{MoCr})_2$ e sua precipitação não está associada a uma redução na quantidade da fase nanoprecipitada.

Com relação ao comportamento mecânico do material, levantado à temperatura ambiente, pode se concluir que:

- Os limites de escoamento e de resistência, sofrem variações pequenas (inferiores a 10%), com o decorrer dos tratamentos de envelhecimento. Como exceção tem-se o limite de resistência que apresentou, em amostras envelhecidas à temperatura de 900°C por 100 horas, cuja redução percentual em relação à condição de como recebido do material foi de 14%.
- Em relação à ductilidade do material, verificou-se uma gradual redução da mesma com o aumento da temperatura e do tempo de envelhecimento. Para a condição extrema de 100 h a 900°C, entretanto, essa redução é drástica, consistente com a fragilização ocorrida devido à copiosa precipitação intergranular constatada.
- É a precipitação micrométrica que governa o comportamento à fratura da liga, através da mudança entre modos de fratura intragranular (dúctil) para intergranular (frágil). Isto ocorre em decorrência da precipitação preferencial da fase micrométrica nos contornos de grão com a evolução dos tratamentos de envelhecimento.

Com aos resultados obtidos através das medidas de resistividade elétrica, tem-se que:

- A redução da resistividade está associada à temperatura de 700°C, enquanto que, à 900°C, observou-se o seu crescimento.
- A redução da resistividade ocorrida durante os tratamentos de envelhecimento é atribuída à nucleação e crescimento de precipitados (SRO→LRO), neste caso da fase micrométrica Ni(MoCr)₂.
- O aumento de ρ , observado nos estágios iniciais do tratamento à 900°C pode ser associado, segundo a literatura ao aumento de SRO (LRO→SRO).

Entretanto, como não foi realizado nenhum estudo quantitativo neste sentido, não se tem evidência deste fato no estudo em questão.

- Em relação às juntas soldadas, o perfil de resistividade levantado apresentou valores de ρ mais elevados nas proximidades do cordão (região sujeita às maiores temperaturas), e valores inferiores nas regiões mais afastadas da ZTA. Em virtude dos curtos tempos envolvidos nos ciclos térmicos decorrentes do processo de soldagem, supõem-se que o fator de principal influência no crescimento observado de ρ seja o aumento de SRO.
- Embora não tenha sido comprovado, os dados obtidos indicam que um tratamento térmico pós soldagem poderia resultar em homogeneização do perfil de resistividade ao longo da seção transversal em juntas soldadas.