

## 6

### CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivos promover variações microestruturais no ferro fundido nodular ferrítico tipo ASTM A536 60-40-18, através do uso de resfriadores durante sua solidificação e adoção de tratamentos térmicos pós-fundição, bem como analisar a influência de tais variações microestruturais sobre as propriedades mecânicas e vida em fadiga do material. Como conclusões do trabalho pode-se destacar:

- O uso de resfriadores na moldação de areia acelerou a solidificação do material, resultando em alterações microestruturais em relação às amostras fundidas sem resfriadores, que se caracterizaram por um aumento na quantidade de nódulos de grafita por unidade de área, diminuição do tamanho médio dos nódulos e otimização da morfologia esférica. Entretanto, não foi observado um aumento expressivo da ductilidade do material.
- O tratamento térmico de normalização pós-fabricação não promoveu variações significativas nas propriedades mecânicas do ferro fundido nodular ferrítico vazado com e sem resfriadores.
- O tratamento térmico de recozimento pós-fabricação não se mostrou eficiente para aumentar a fração volumétrica de ferrita, permanecendo a quantidade de ferrita praticamente idêntica àquela da condição fundida. Portanto, as propriedades mecânicas do material após recozimento não apresentaram variações significativas em relação àquelas características das condições brutas de fundição.
- Observou-se que o tratamento térmico de recozimento não provocou a otimização da vida em fadiga do ferro fundido nodular ferrítico vazado sem resfriadores. Quando comparadas as resistências à fadiga das condições sem resfriador bruta e sem resfriador recozida, constatou-se que a primeira foi superior. A análise das duas microestruturas revelou que a condição sem resfriador bruta apresentou um menor tamanho médio dos nódulos de grafita e uma maior microdureza da matriz, bem como a estrutura “olho de boi” típica do

material. Estas características microestruturais foram associadas à sua melhor vida em fadiga.

- A análise da resistência à fadiga do material vazado com resfriadores mostrou que o ferro fundido nodular ferrítico, não tratado termicamente também apresentou um melhor desempenho sob condições cíclicas de carregamento. As amostras recozidas possuíam um maior tamanho médio dos nódulos de grafita e uma menor microdureza da matriz, além da ausência da estrutura “olho de boi”, eliminada durante a austenitização. Tais aspectos microestruturais, conjuntamente com menores valores de resistência mecânica e ductilidade foram os responsáveis pela menor resistência à fadiga do material após o recozimento.
- Com base nas quatro conclusões anteriores, que relatam a ineficiência dos tratamentos de normalização e recozimento, pode-se dizer, no âmbito desta pesquisa, que os ferros fundidos nodulares ferríticos solidificados com e sem resfriadores dentro da cavidade do molde dispensam tratamentos térmicos pós-fundição.
- Em relação ao material na condição bruta de fundição, as amostras solidificadas com resfriadores apresentaram uma melhor vida em fadiga do que as amostras solidificadas sem resfriadores. Atribuí-se o melhor desempenho em fadiga ao fato de que a condição com resfriador bruta, que apresentou uma maior quantidade de nódulos de grafita por área, provocando uma redução no tamanho médio dos nódulos e uma melhor distribuição dos nódulos na matriz, além de uma maior quantidade de nódulos da classe VI. A presença de uma maior quantidade de nódulos da classe VI no material desfavoreceu a nucleação de trincas, aumentando o número de ciclos necessários para à falha dos corpos de prova.
- A boa concordância entre os valores do coeficiente de resistência à fadiga e da resistência monotônica real de fratura sugere que a equação de Coffin-Manson foi eficiente na modelagem da vida em fadiga do ferro fundido nodular ferrítico nas quatro condições microestruturais avaliadas sob carregamentos cíclicos.

Como sugestão para futuros trabalhos na área de propriedades mecânicas de ferros fundidos tem-se a repetição desta pesquisa nos ferros fundidos nodulares ferríticos-perlíticos, perlíticos-ferríticos e somente perlíticos.