

5.RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÃO

5.1. Fração volumétrica de ferrita

Com as amostras de 900°C, 800°C, 750°C e 700°C foram efetuadas as medições com o feritoscópio, obtendo a fração volumétrica de ferrita em função do tempo de envelhecimento das mesmas. Pode-se observar que a 900°C (Figura 14) a ferrita desaparece por volta de 190 horas, e que a 800°C (Figura 15) a ferrita desaparece por volta de 12 horas. Assim, pode-se afirmar que a cinética de decomposição da ferrita é mais acentuada a 800°C do que a 900°C, 750°C e 700°C. A linha vermelha demonstra a % de ferrita do material solubilizado, que é de 40,9% +/- 1,4% .

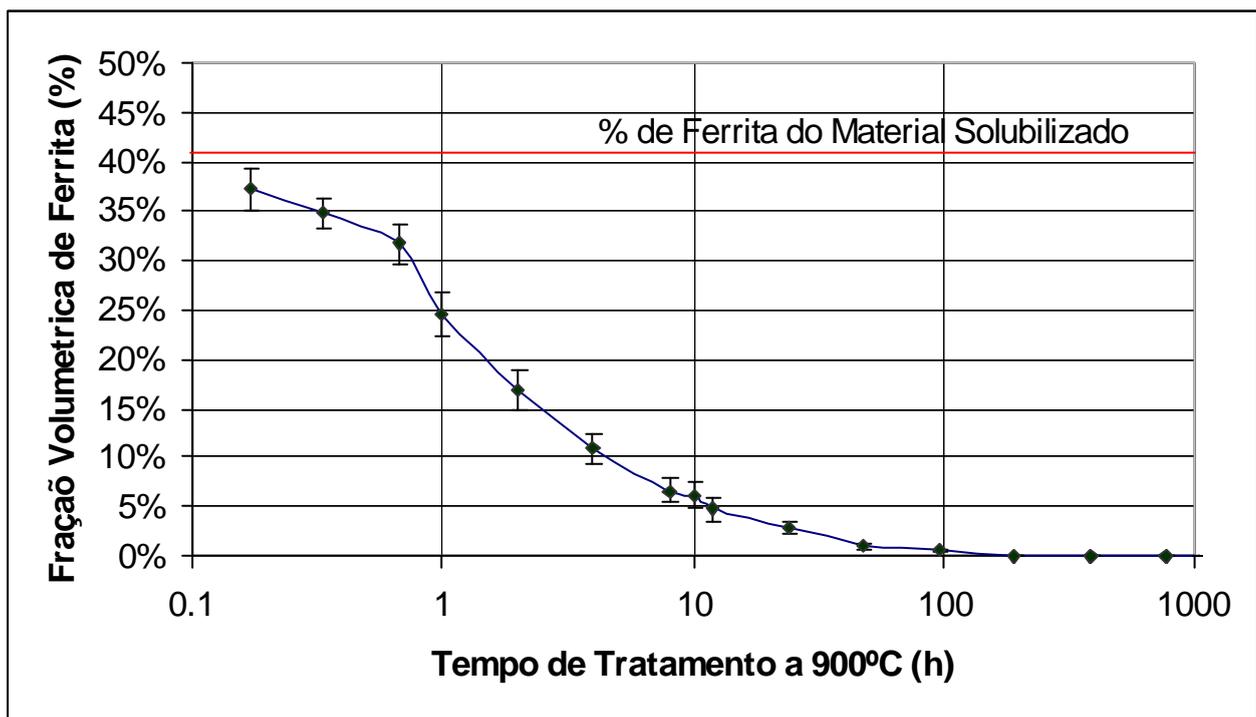


Figura 14. Fração volumétrica de sigma no aço SAF 2205 em função do tempo de envelhecimento a 900°C.

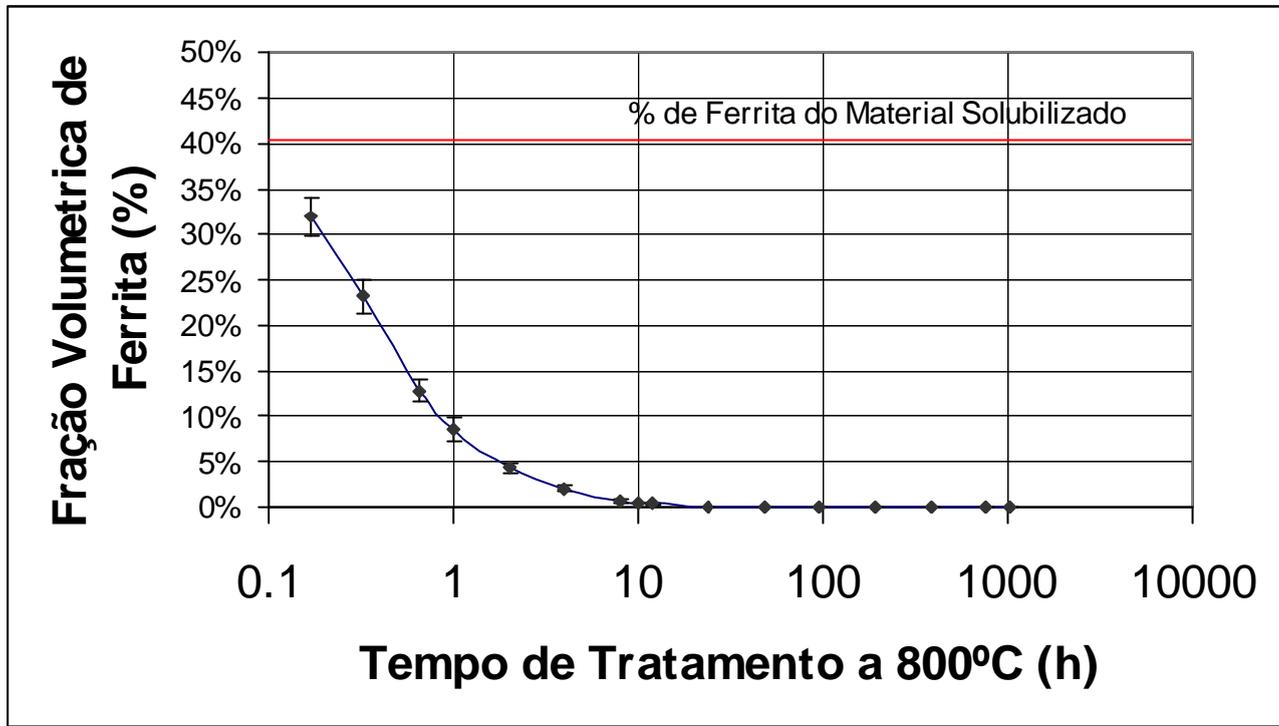


Figura 15. Fração volumétrica de sigma no aço SAF 2205 em função do tempo de envelhecimento a 800°C.

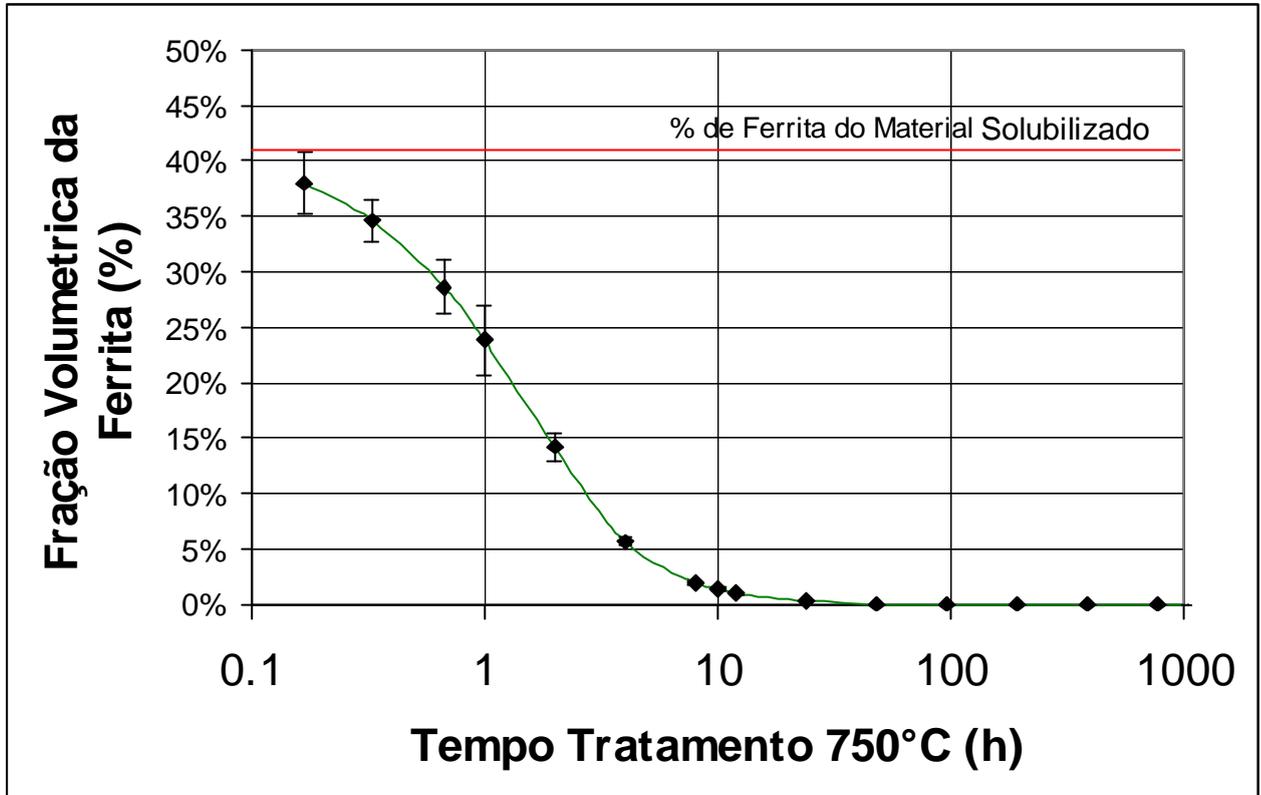


Figura 16. Fração volumétrica de sigma no aço SAF 2205 em função do tempo de envelhecimento a 750°C.

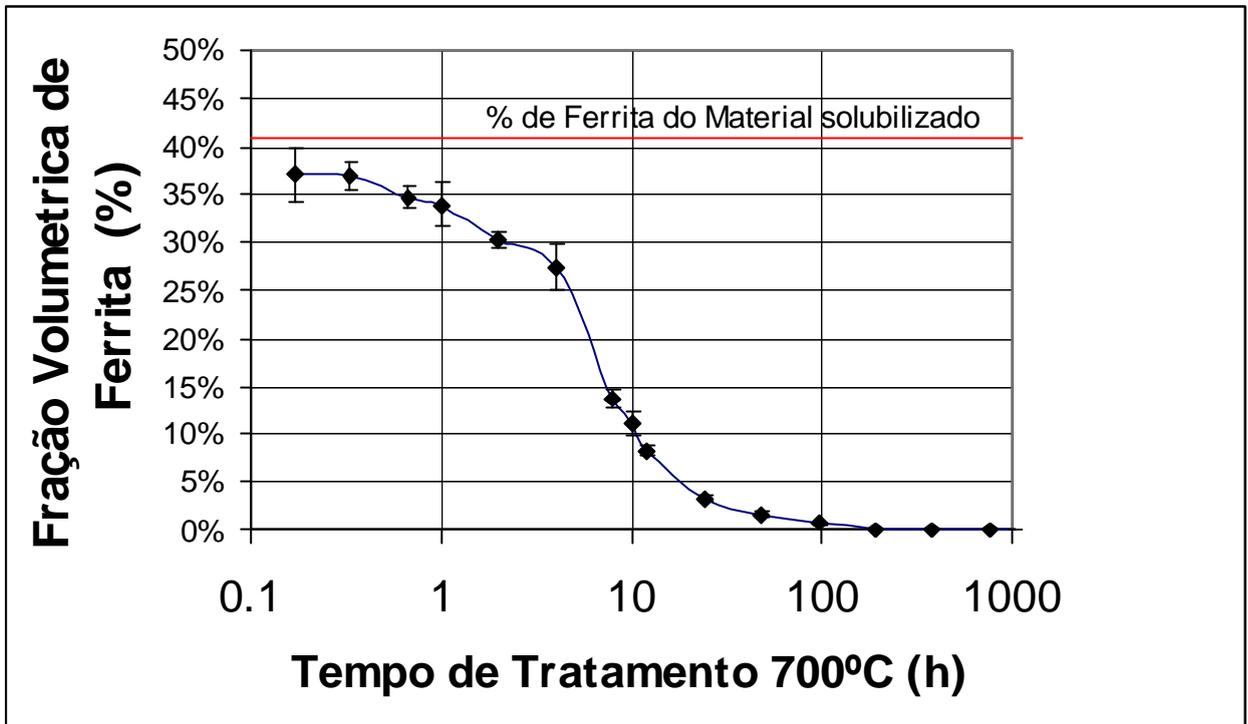


Figura 17. Fração volumétrica de sigma no aço SAF 2205 em função do tempo de envelhecimento a 700°C.

5.2. Microestrutura

O exame metalográfico do material leva a identificação das microestruturas das figuras 18 a 23. Nota-se que com o passar do tempo de envelhecimento a fase ferrita é consumida e se transforma em sigma. que as principais reações de formação da fase sigma a partir da ferrita são a precipitação direta ($\alpha \rightarrow \sigma + \alpha_{\text{empobrecida}}$) e a decomposição eutetóide ($\alpha \rightarrow \sigma + \gamma_{\text{nova}}$), esta gerando microestrutura divorciada.

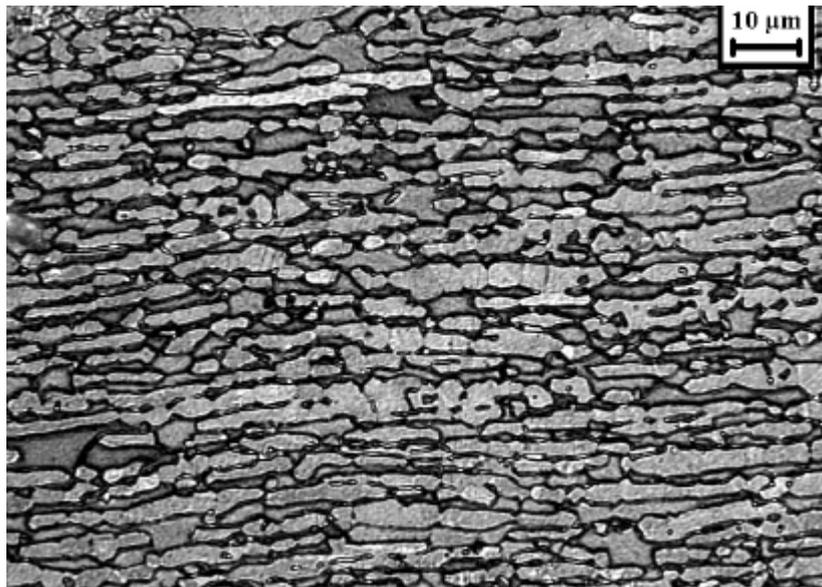


Figura 18. Micrografia da amostra SAF 2205 solubilizada. Austenita (cinza), ferrita (escura).

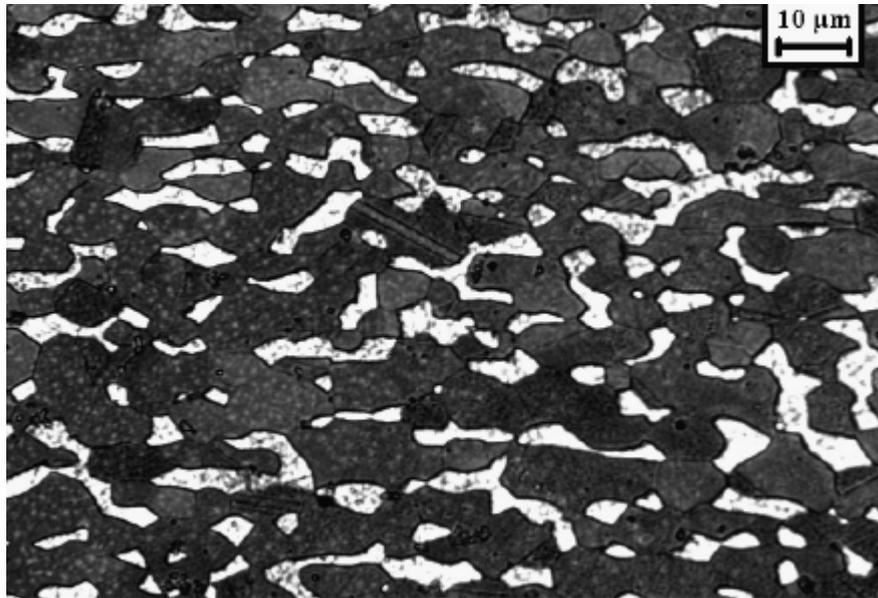


Figura 19. Micrografia da amostra SAF 2205 de 900°C envelhecida por 8 horas. Austenita (cinza), ferrita (escura) e sigma (sem ataque). Ataque por Behara modificado.

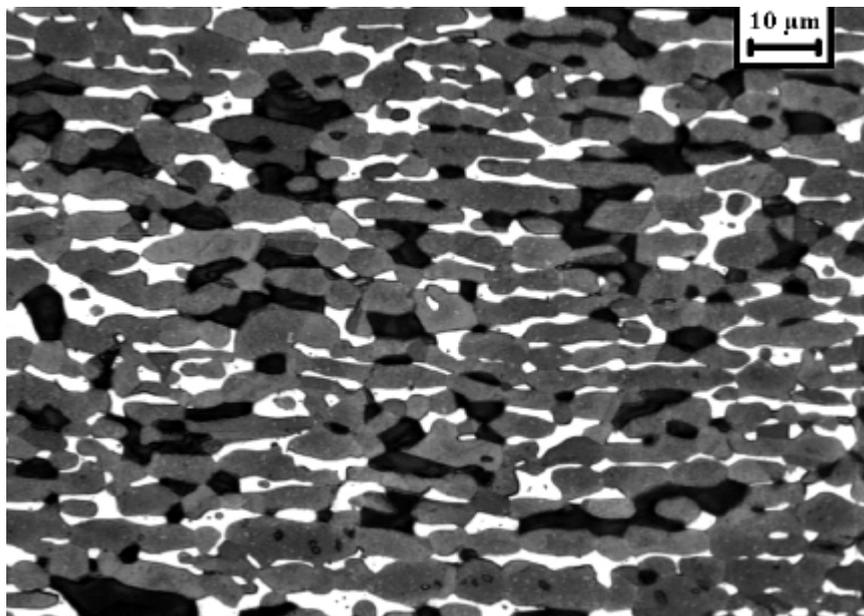


Figura 20. Micrografia da amostra SAF 2205 de 900°C envelhecida por 1032 horas. Austenita (cinza) e sigma (sem ataque). Ataque por Behara modificado.

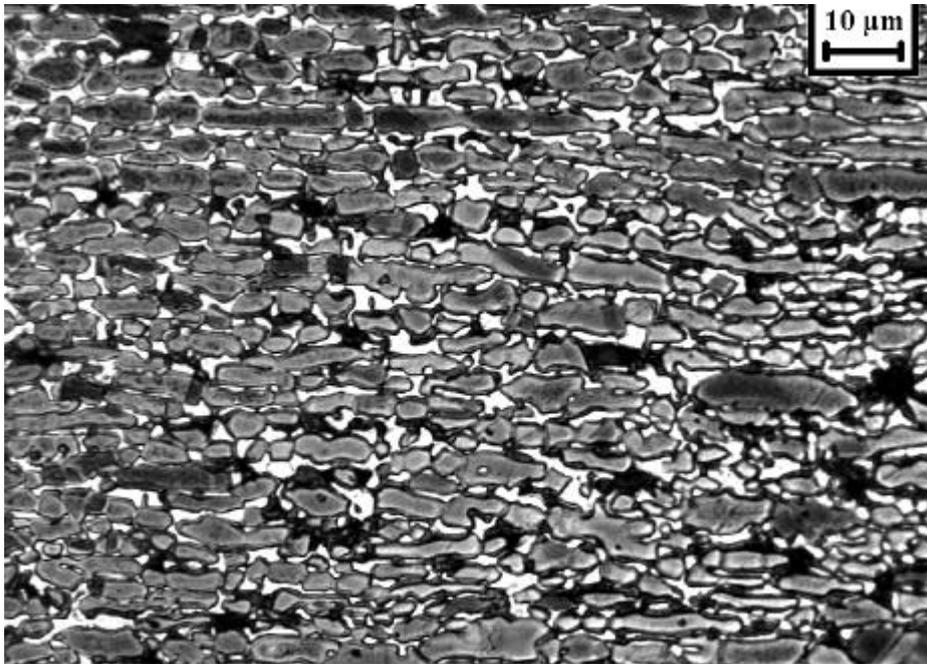


Figura 21. Micrografia da amostra SAF 2205 de 800°C envelhecida por 8 horas. Austenita (cinza), ferrita (escura) e sigma (sem ataque). Ataque por Behara modificado.

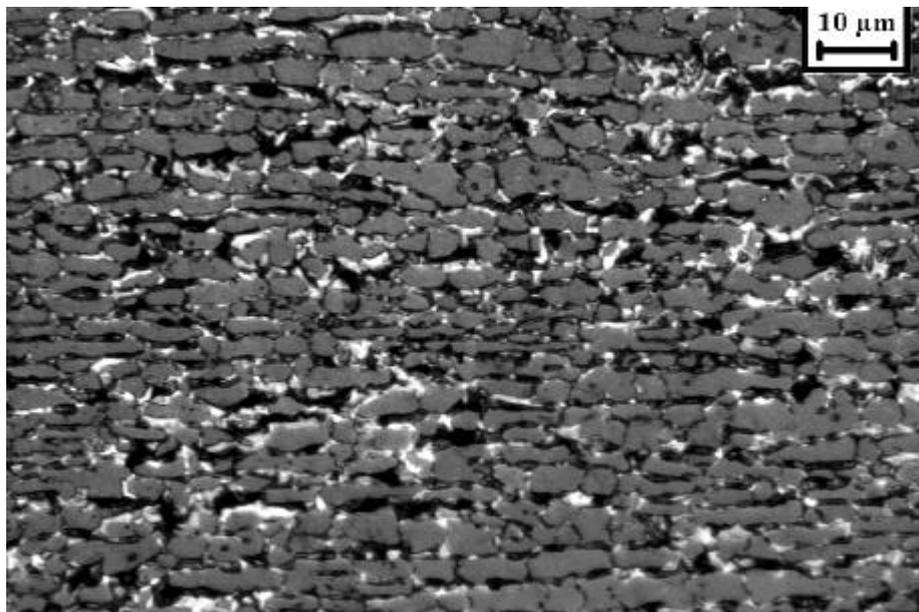


Figura 22. Micrografia da amostra SAF 2205 de 750°C envelhecida por 8 horas. Austenita (cinza), ferrita (escura) e sigma (sem ataque). Ataque por Behara modificado

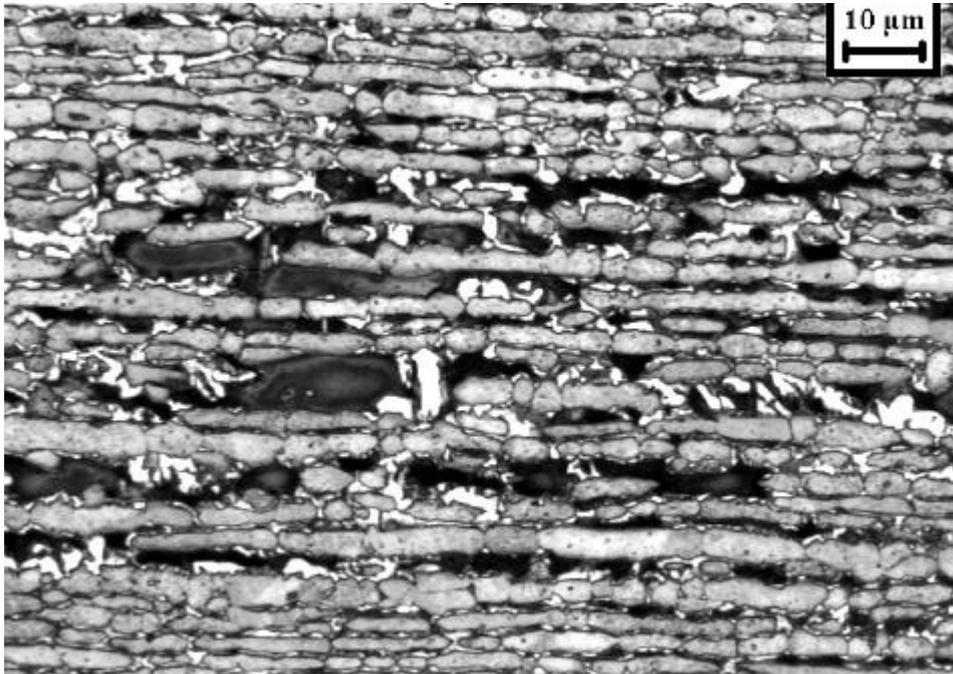


Figura 23. Micrografia da amostra SAF 2205 de 700°C envelhecida por 8 horas. Austenita (cinza), ferrita (escura) e sigma (sem ataque). Ataque por Behara modificado



6. CONCLUSÕES

Conclui-se com o presente estudo que com o passar do tempo de envelhecimento, a fase ferrita é consumida e se transforma em sigma. Nota-se que a cinética de transformação é mais acelerada na temperatura de 800°C, e que as principais reações de formação da fase sigma a partir da ferrita são a precipitação direta ($\alpha \rightarrow \sigma + \alpha_{\text{empobrecida}}$) e a decomposição eutetóide ($\alpha \rightarrow \sigma + \gamma_{\text{nova}}$), esta gerando microestrutura divorciada.

Nota-se que a formação de sigma ocorre próxima a ferrita, confirmando a decomposição de ferrita como o mecanismo preferencial da fase sigma.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HIGGINS, RAYMOND *Propriedades e estruturas dos Materiais em Engenharia* Difusão Editorial , 1982 , p. 186-214.
2. COSTA E SILVA, ANDRÉ LUIZ *Aços e Ligas Especiais* Eletrometal S/A , São Paulo, 2ªed., 1988 , p. 302-308.
3. TEICHERT, ENERT J *Siderurgia – Introdução a Metalurgia do Ferro* Ed. Globo , Vol. 1 , Porto Alegre , p. 79-88.
4. COUTINHO, CARLOS BOTTREL *Materiais Metálicos para Engenharia* QFCO , 1992 , ed. 1 , p. 28-57 e 169-201.
5. CALLISTER, W. D. - *Materials Science and Engineering* John Wiley & Sons , 4ª ed , 1996 , p. 270 .
6. SEDRIKS, A JOHN *Corrosion of Stainless Steels* Wiley – Interscience , New York , 2ª ed , 1996 , p. 310-35.
7. SOLOMON, H. D. DEVINE Jr. ,T. M. *Duplex stainless steels – a tale of two phases.* In: *Duplex stainless steels – conference proceedings.* ASM Metals Park 1982 p. 693-756.



8. HUME-ROTHERY *Estrutura das Ligas de Ferro* Ed. Edgard Blucher, São Paulo ,
1968, p. 33.

9. ASM SPECIALTY HANDBOOK *Stainless Steels*, Davis & Associates, 1994 , p. 3-12

10. ASM METALS HANDBOOK v.1 *Properties and Selection: Irons, Steels, and
High-Performance Alloys* 10ªed p.842

11. RAYNOR, G. V RIVLIN, V. G. *Phase Equilibria in Iron Ternary Alloys* Institute
of Metals , Londres , 1988, p. 1-19.

12. DAVIS, J. R *ASM specialty handbook – stainless steels.* ASM : Metals Park,
1994, p. 51-4.

13. LANGEORG, R. *The physical metalurgy of stainless steels.* Proceedings of
intemational conference on stainless steels, 1991, Japan jun. 1991 , p. 11-24.

14. BRANDI, S. D. PADILHA, A. F. *Precipitação de fase sigma em aços inoxidáveis
ferríticos-austeníticos com microestrutura duplex.* INOX' 90 (seminário) , p. 135- 52.

15. MAGNABOSCO, R. *Influência da microestrutura no comportamento eletroquímico
do aço SAF 2205.* Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais, Universidade de São Paulo, 2001. 181 p.